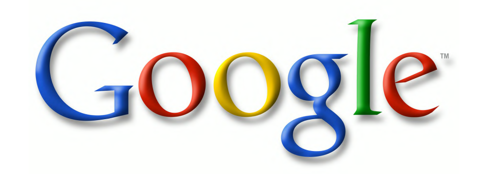
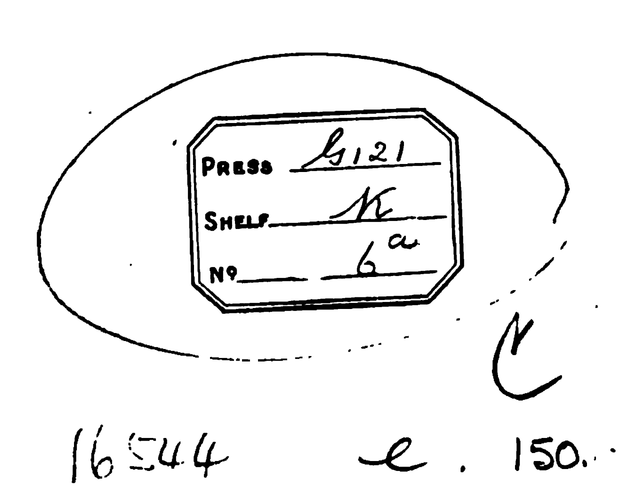




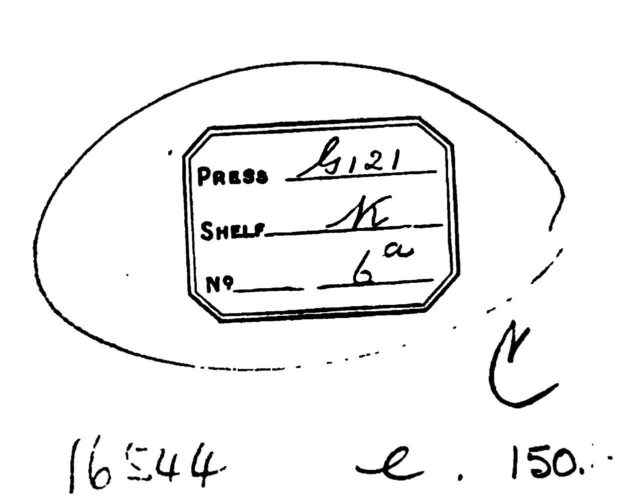

600037267V


PRESS G121
SHELF K
NO 6a

Jno Rutherfurd

E. S. Shimington


600037267V


PRESS G121
SHELF K
No 6a

Geo. Weatherford

E. S. Shimington

Samuel Thomas von Sömmerring vom Baue des menschlichen Körpers.

Neue umgearbeitete und vervollständigte Original-Ausgabe

besorgt

von

W. Th. Bischoff, J. Henle, E. Huschke, F. W. Theile, G. Valentin, J. Vogel und R. Wagner.

„Ich wünschte ein Handbuch zu liefern, und seine Einrichtung so zu treffen, daß man künftig an ihm, als einer Basis, nach Erforderniß leicht ändern, wegnehmen und zusetzen könnte."
Sömmerring vom Baue des menschlichen Körpers. 1800. Vorrede. S. V.

Sechster Band.

Leipzig,
Verlag von Leopold Voß.
1841.

Allgemeine Anatomie.

Lehre

von den

Mischungs- und Formbestandtheilen

des

menschlichen Körpers,

von

J. Henle.

Mit fünf Tafeln Abbildungen in Stahlstich und zweiunddreißig in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Leipzig,
Verlag von Leopold Voß.
1841.

Vorrede.

Der chemische Theil des vorliegenden Werkes ist nach den Handbüchern von Berzelius, Löwig und F. Simon entworfen und eigentlich nur ein Auszug aus denselben.

Einige Vortheile glaube ich indeß auch in diesem Felde, obgleich mir eigene Erfahrungen nicht zu Gebote standen, dadurch errungen zu haben, daß ich die Resultate mikroskopischer Forschungen zur Kritik der chemischen benutzte.

Im speciellen anatomischen Theile folgt auf eine, so viel als möglich rein dogmatische Darstellung des Thatsächlichen am Schlusse jedes Abschnittes eine gedrängte Uebersicht des Materials für vergleichende Gewebelehre und zuletzt, mit kleiner Schrift, die Geschichte der Bearbeitung des einzelnen Gegenstandes. Eine Ausnahme mußte ich bei dem Drüsengewebe machen, welches einer

zusammenhängenden, eigentlich histologischen Untersuchung bis jetzt nicht unterworfen wurde. Die vergleichend anatomischen Facta wurden nur aus Gastfreundschaft hier aufgenommen, weil sie noch zu dürftig sind, um sich selbstständig niederzulassen. Gewiß bedarf es nur dieses offenen Bekenntnisses, um zur Abhülfe aufzufordern.

Die historischen Angaben schienen mir aus triftigen Gründen unentbehrlich. Bei Untersuchungen, welche immerhin eine besondere Uebung und Apparate erfordern, die sich nicht in allen Händen befinden, sind Autoritäten nicht ganz gleichgültig, um so weniger, je mehr die Ansichten verschiedener Beobachter über denselben Gegenstand auseinanderweichen. Es galt, Bestätigung zu suchen, wo sie sich finden ließ. Und ist es nicht die zuverlässigste Bestätigung, wenn vergessene Aussagen aus vergangenen Zeiten, die von keinen oder anderen Vorurtheilen geleitet waren, mit den unserigen zusammentreffen? Jene wenigstens sind frei von dem Vorwurf, daß sie einem Namen von gutem Klange zu Liebe weniger streng in der Prüfung gewesen seyen, und auch uns kann nicht der Verdacht treffen, als folgten wir einer Fahne im Vertrauen auf den Führer. Denn wir verstanden ihn erst, nachdem wir selbstständig die Wahrheit gefunden hatten, und er war deshalb eben vergessen worden, weil er nicht verstanden worden war. Wenn aber historische Studien zu diesem Zwecke unternommen werden so genügt es nicht, die Autoren um ihre *Meinung*, un

das Resultat zu befragen, welches sie selbst auf ihre Forschungen gründen: man muß vielmehr, so unbequem es ist, den Quellen nachspüren, aus welchen die Meinungen abgeleitet sind. Die Geschichte der letzteren, wenn auch in andern Beziehungen interessant, war für unseren Zweck gleichgültig. Viele Widersprüche lösen sich, wenn man, statt der Schlüsse, die Beobachtungen der Autoren vergleicht, und wer dieser Widersprüche wegen das bewaffnete Auge unzuverlässig schilt, wird lernen, daß man mehr dem Urtheil, als den Hülfsmitteln der Untersuchung zu mißtrauen habe.

In der Schilderung der physiologischen Eigenschaften der Gewebe glaube ich nicht zu weitläufig gewesen zu seyn. Die Physiologie der Gewebe ist die Grundlage der allgemeinen oder rationellen Pathologie, welche die Krankheitsprocesse und Symptome als gesetzmäßige Reactionen einer mit eigenthümlichen und unveräußerlichen Kräften begabten organischen Materie gegen abnorme äußere Einwirkungen zu begreifen sucht. Ich habe keine Gelegenheit vorübergehen lassen, um, wenn auch nur flüchtig, auf die Folgerungen hinzuweisen, die sich für die Erklärung krankhafter Vorgänge aus den hier entwickelten Sätzen ergaben.

Die Abbildungen sind sämmtlich nach der Natur, fast alle durch dieselbe Hand und bei derselben Vergrößerung gezeichnet. Indem ich einem geübten und unbefangenen

Künstler die Anfertigung derselben übertrug, konnte ich sie nicht nur vollendeter liefern, sondern hatte auch eine Garantie mehr für die Richtigkeit des Gesehenen.

Zürich, den 1. October 1841.

Der Verfasser.

Inhalt.

Verzeichniß

der mit Abkürzung citirten Schriften[1].

Albini Academicarum adnotationum Libri VIII. Leidae 1754. sq. 4.

Arnemann, Ueber die Reproduction der Nerven. Gött. 1786. 8.

F. Arnold, Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelb. 1832. 4.

F. u. J. W. Arnold, Die Erscheinungen und Gesetze des lebenden menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Bd. I. Thl. I. Lehrbuch der Physiologie des Menschen von F. Arnold. I. Thl. Zürich 1836. 8.

F. Arnold, Tabulae anatomicae quas ad naturam accurate descriptas in lucem edidit. fasc. I. II. Turici 1838. fol.

Asch, Diss. de natura spermatis, observat. microscop. indagati. Gott. 1756. 8.

Baumgärtner, Beobachtungen über die Nerven und das Blut in ihrem gesunden und krankhaften Zustande. Freib. 1830. 8.

Béclard, *Elemens d'anatomie générale ou description de tous les organes, qui composent le corps humain. 2. edition. Paris et Bruxelles 1827. 8.*

Ch. Bell, *The anatomy and diseases of the teeth. Lond. 1835. 8.*

C. F. Bellingeri, De medulla spinali nervisque ex ea prodeuntibus annotationes anatomico-physiologicae. Augustae Taurin. 1823. 4.

[1] Die nur einmal vorkommenden Werke sind in den Noten mit vollständigem Titel angeführt und wurden in dies Verzeichniß nicht aufgenommen, ebensowenig die Titel der Zeit- und Gesellschaftsschriften, da die dafür gebrauchten Abkürzungen allgemein verständlich sind.

Bericht über die Versammlung teutscher Naturforscher und Aerzte in Prag im September 1837 vom Grafen K. Sternberg und J. V. Edl. v. Krombholz. Prag 1838. 4.

Berger, Diss. de dentibus. Kiliae 1788. 8.

Bernhardt, Symbolae ad ovi mammalium historiam. Diss. inaug. Wratisl. 1834. 4.

Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Heft I—VIII. Wien 1836. Fol.

Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Aus der schwedischen Handschrift des Verf. übers. von F. Wöhler. Bd. I—IX. Dresden u. Lpz. 1835. ff. 8.

Cours de physiologie générale et comparée, professé à la faculté des sciences de Paris par M. Ducrotay de Blainville, publié par les soins de Mr. le docteur Hollard. Paris 8. T. I. II.

Blandin, Anatomie du système dentaire considéré dans l'homme et les animaux. Paris 1836. 8.

Bleuland, Icones anatomico-physiol. partium corp. hum. et animalium, quae in descriptione musei acad. Rheno-Trajectanae inveniuntur. Traj. ad Rh. 1826. 4.

Blumenbach, De generis humani varietate nativa. Ed. III. Gotting. 1795. 8.

Böhm, De glandularum intestinalium structura penitiori. Diss. inaug. Berol. 1835. 4.

Böhm, Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera mikroskop. untersucht. Berlin 1838. 8.

Bordeu, Recherches sur le tissu muqueux. Paris 1767. 8.

Bourdet, Recherches et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste. Paris 1757. 8. T. I.

Brandt und Ratzeburg, Medicinische Zoologie oder getreue Darstellung und Beschreibung der Thiere, die in der Arzneimittellehre in Betracht kommen. Thl. I. II. Berl. 1828, 29. 4.

Breschet, Essai sur les vaisseaux lymphatiques. Paris 1836. 8.

—— *Histoire anatomique et physiologique d'un organe de nature vasculaire découvert dans les cétacés. Paris 1836. 4.*

—— *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertébrés. 2e éd. Paris 1836. 4.*

Répertoire général d'anatomie et de physiologie pathologiques et de clinique chirurgicale par une société de médecins et de chirurgiens et redigé par Mr. Breschet. 4. Paris.

Bruns, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Nach eigenen Untersuchungen. Braunschweig 1841. 8.

Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft I. Frankf. 1841. 8.

K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. I — VI. Leipzig 1828 — 40. Bd. I — III. 2te Aufl. Leipzig 1836 — 38. 8.

E. Burdach, Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsb. 1837. 4.

E. Burdach, Observationes nonnullae microscopicae de inflammatione. Diss. inaug. Regiomont. 1826. 8.

v. Bylandt, Disquisitio circa telam cellulosam. Diss. inaug. Berol. 1838. 8.

Caldani, *Memorie sulla struttura delle ossa umane e bovine. Padova 1804. 4.*

Carus, Lehrbuch der vergleichenden Zootomie mit steter Hinsicht auf Physiologie. Bd. I. II. u. Atl. 2te Aufl. Lpz. 1834. 8.

Delle Chiaje, Osservazioni sulla struttura dell' epidermide umana. Napoli 1827. 4.

Clare, Vermischte Abhandlungen nebst Cruikshank's Brief über die thierische Einsaugung. Leipzig 1782. 8.

Cloquet, Anatomie de l'homme ou description et figures de toutes les parties du corps humain. T. I. — IV. Paris. 1821. fol.

Cooper, Die Bildung und Krankheiten des Hodens. Aus dem Engl. Weimar 1832. 4.

Cruikshank, Experiments on the insensible perspiration of the human body published originally in 1779. ed. 2. 1795. Lond. 8. Aus d. Engl. von Michaelis. Leipzig 1798. 8.

— *The anatomy of the absorbent Vessels. Lond.* Uebers. von Ludwig: Geschichte und Beschreibung der Saugadern. Bd. I. Leipzig 1789. 4.

G. v. Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie übers. von L. F. Froriep und J. F. Meckel. Bd. I — IV. Leipzig 1809 — 11. 8.

C. F. Delabarre, Odontologie ou observations sur les dents humaines. Paris 1815. 8.

Denis, Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique du sang de l'homme. Paris 1838. 8.

— *Recherches expérimentales sur le sang humain, considéré à l'état sain. Commercy 1830. 8.*

Deutsch, De penitiori ossium structura observationes. Diss. inaug. Vratisl. 1834. 4.

Dictionnaire des sciences médicales par une société de médecins et d[…] chirurgiens. Paris 1812. sq. 8.

Döllinger, De vasis sanguiferis, quae villis intestinorum tenuium ho[…] minis brutorumque insunt. Gratulationsschr. an Sömmerring. Mo[…] nachii 1828. 4.

Donné, Du lait et en particulier de celui des nourrices. Paris 1837. 8

—— Nouvelles expériences sur les animalcules spermatiques. Paris 1837. 8

—— Recherches microscopiques sur la nature des mucus et de la ma[…] tière des écoulemens. Paris 1837. 8.

Dutrochet, Mémoires pour servir a l'histoire anatomique et physiolo[…] gique des végétaux et des animaux. T. I. II. Atlas. Paris 1837. 8.

Eberle, Physiologie der Verdauung nach Versuchen. Würzb. 1834. 8.

Eble, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natu[r] Bd. I. II. Wien 1831. 8.

—— Die sogenannte contagiöse oder ägyptische Augenentzündung. Stuttg. 1839. 8

Ehrenberg, Beschreibung einer auffallenden und bisher unerkannten Structu[r] des Seelenorgans. Berlin 1836. 4.

—— Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick i[n] das tiefere organische Leben der Natur. Leipzig 1838. Fol.

F. C. Emmert, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln Bern 1836. 4.

Encyklopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, herausgegebe[n] von den Professoren der medicinischen Facultät zu Berlin. Bd. I—XXIV Berlin 1836. ff. 8.

Eulenberg, De tela elastica. Diss. inaug. Berol. 1836. 4.

Eysenhardt, De structura renum, observationes microscopicae. Diss[.] inaug. Berol. 1818. 4.

Ficinus, De fibrae muscularis forma et structura. Diss. inaug. Lip[s.] 1836. 4.

Fohmann, Anatomische Untersuchungen über die Verbindungen der Saug[…] adern mit den Venen. Heidelb. 1822. 8.

Fontana, Abhandlung über das Vipergift, das amerikanische Gift u. s. w[.] Aus dem Italien. Berl. 1787. 4.

Fox, The natural history and diseases of the human teeth. 2. ed. T. II. Lond. 1814. 4.

Fraenkel, De penitiori dentium humanorum structura observatione[s.] Diss. inaug. Wratisl. 1835. 4.

Gagliardi, Anatomes ossium novis inventis illustratae Pars I. Ro[mae] 1689. 8.

Gaultier, *Recherches anatomiques sur le système cutané de l'homme. Paris 1811. 4.*

— *Recherches sur l'organisation de la peau. Paris 1809. 4.*

Gerber, Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Größtentheils nach eigenen Untersuchungen. Bern und Chur 1840. 8. nebst Atlas in Querfol.

Giesker, Splenologie. 1. Abthlg. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Milz des Menschen. Zürich 1835. 8.

Gluge, Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft 1. Minden. 1839. 8.

Gluge, Observationes nonnullae microscopicae fila quae dicunt primitiva in inflammatione spectantes. Diss. inaug. Berol. 1835. 8.

L. Gmelin, Handbuch der theoretischen Chemie. Bd. I. II. 3. Aufl. Frankf. 1827–29. 8.

Gruby, Observationes microscopicae ad morphologicam pathologicam spectantes. Vindob. 1839. 8.

Gurlt, Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere. Berl. 1837. 8.

Haase, De vasis cutis et intestinorum absorbentibus, plexibusque lymph. pelvis humanae. Lips. 1786. fol.

A. ab Haller, Disputationes anatomicae selectae. Vol. I—VII. Gotting. 1750–52. 4.

— — Elementa physiologiae corp. humani. T. I—VIII. Lausanne 1757–78. 4.

Hallmann, De cirrhosi hepatis. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.

Hamburger, Experimenta circa sanguinis coagulationem. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.

Hamilton, *New account of the East-Indias. T. I. II. Edinb. 1727. 8.*

Hastings, Abhandlung über die Entzündung der Schleimhaut der Lungen. Aus dem Engl. von G. v. d. Busch. Bremen 1822. 8.

Hausmann, Ueber die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies. Hannover 1840. 4.

Clopton Havers, *Osteologia nova or some new observations of the bones and the parts belonging to them. Lond. 1691. 8.*

Heilbut, De atresia vaginae. Diss. inaug. Heidelb. 1832. 4.

Hempel, Anfangsgründe der Anatomie des gesunden menschlichen Körpers. Thl. I. II. 5te Aufl. Götting. 1827. 8.

Henle, De membrana pupillari aliisque oculi membranis pellucentibus Diss. inaug. Bonn. 1832. 4.

Henle, Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium imprimis eo[rum] epithelii et vasorum lacteorum. Berol. 1837. 4.

Henle, Ueber Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniß zur Oberh[aut]. Berl. 1838. 8. Aus Hufeland's Journal für die praktische Heilku[nde] Mai 1838 besonders abgedruckt.

—— Pathologische Untersuchungen. Berl. 1840. 8.

Heuermann, Physiologie. Thl. I—IV. Kopenh. 1751—55. 8.

Heusinger, System der Histologie. Thl. I. Eisenach. 1824. 4.

—— Ueber anomale Kohlen- und Pigmentbildung in dem menschlichen K[ör]per. Jena 1823. 8.

W. Hewson, *Experimental inquiries. Part I. II. Lond. 1774. 8. Ex[pe]rimental inquiries. Part III. being the remaining part of the obs[er]vations and experiments of the late Mr. W. Hewson, by Magn[us] Falconar. London 1777. 8.*

Hildebrandt, Handbuch der Anatomie des Menschen. 4te Ausg. besorgt [von] E. H. Weber. Bd. I—IV. Braunschw. 1830—32. 8.

Al. v. Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfa[ser]. Bd. I. II. Berl. 1797—99. 8.

Hünefeld, Der Chemismus in der thierischen Organisation. Gekr. Preisſ[chrift]. Lpz. 1840. 8.

—— Physiologische Chemie des menschlichen Organismus. Bd. I. II. Le[ip]zig 1826. 1827. 8.

J. Hunter's natürliche Geschichte der Zähne und Beschreibung ihrer Kra[nk]heiten. Aus dem Engl Leipzig 1780. 8.

—— Versuch über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. A[us] dem Engl. von Hebenstreit. Bd. I—III. Lpz. 1797—1800. 8.

Jahn, Der Haararzt, eine neue Untersuchung des Baues, der Bestandth[eile] und Verrichtungen der menschlichen Haare. Bd. I. II. Prag 1828. 16.

Jourdain, Essai sur la formation des dents. Paris 1766. 8.

Kaltenbrunner, Experimenta circa statum sanguinis et vasorum inflammatione. Monach. 1826. 4.

Kieser, Commentatio physiologica de anamorphosi oculi. Gotting. 1804.

Kölliker, Beiträge zur Kenntniß der Samenflüssigkeit wirbelloser Thie[re]. Berlin 1840. 4.

C. F. T. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie durchaus nach ei[ge]nen Untersuchungen. Bd. I. Hannover 1833—38. 8. 2te Aufl. Bd. I. Hft. Ebendas. 1841.

Kremers, Beobachtungen und Untersuchungen über das Wechselfieber. Aach[en] 1837. 8.

Kriner, Versuch einer Physiologie des Blutes. Thl. I. Lpz. 1822. 8.

Lampferhoff, De vesicularum seminalium natura et usu. Diss. inaug. Berol. 1835. 8.

B. Langenbeck, De retina observationes anatomico-pathologicae. Diss. inaug. Gott. 1836. 4.

E. Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strasbourg 1824. 4.*

— — *Mémoire sur divers points d'anatomie,* aus den *Annales de la société d'histoire naturelle de Strasbourg. T. I. 1834. 4*

— — *Nouveau manuel de l'anatomiste. 2e éd. Paris 1835. 8.*

Lavagna, *Esperienze e Riflessioni sopra la carie de' denti umani coll' aggiunta di un nuovo saggio sulla riproduzione dei denti negli animali rosicanti. Genova 1812. 8.*

Ledermüller, Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung; bestehend in 100 nach der Natur gezeichneten und mit Farben erleuchteten Kupfertafeln samt deren Erklärung. Nürnb. 1763. 4.

Ant. a Leeuwenhoek, Opera omnia s. arcana naturae ope exactissimorum microscopiorum detecta etc. epistolis ad varios illustres viros ut et ad integram quae Londini floret sapientiae societatem, cujus membrum est, datis comprehensa et 4 tomis distincta. Lugd. Batav. 1722. 4. T. I, Epistolae physiologicae I—46. 1719. T. II, Arcana naturae detecta mit dem Columnentitel: Experimenta et contemplationes. Die Briefe, nicht numerirt, gehen bis 84. Angebunden ist: Continuatio arcanorum naturae detectorum. 1722. Epist. 93—107. T. III, Epistolae ad societatem regiam angl. s. continuatio mirandorum arcanorum naturae detectorum 40 epistolis contentorum 1719. Columnentitel: Contin. arcanorum naturae. Enth. Epist. 108—146. T. IV. Anatomia et contemplationes, zerfällt in drei Theile, jeder mit besonderer Pagina und Register. In der Ausgabe, die mir zu Gebote stand, fehlte der 3te Theil. Ich citire ihn nach der älteren Ausgabe: Anatomia s. interiora rerum cum animatarum tum inanimatarum detecta. Lugd. Bat. 1687.

J. Liebig, Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschw. 1840. 8.

C. J. und J. Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. Berl. 1837. 8.

Löwig, Chemie der organischen Verbindungen. Bd. I. II. Zürich 1838, 39 8.

Ludwig, Scriptores neurologici minores selecti. T. I—IV. Lips. 1791—95. 4.

Magendie, *Leçons sur la physiologie du système nerveux. T. I. II. Paris 1839. 8.*

Marcelli Malpighii Opera omnia Tom. II. comprehensa. Lond. 1686. fol.

Marcelli Malpighii Opera posthuma. Lond. 1697. fol.

Mandl, Anatomie microscopique. Livr. I — III. Paris 1838. fol.

Marshall Hall, On the circulation of the blood. Lond. 1831. 8.

P. Mascagni, Prodromo della grande anatomia, seconda opera postum posta in ordine e publicata da Francesco Antommarchi. Firenz 1819. fol. u. Tavole figurate di alcuni parti organiche del corpo umano degli animali e dei vegetabili esposte nel prodromo della grande anatomia di P. Mascagni. Ibid. fol.

Mascagni, Vasorum lymphaticorum corp. hum. historia et ichnographia Senis 1787. fol. Uebers. in Cruikshank und Mascagni, Geschicht und Beschreibung der Saugadern. Bd. II. Lpz. 1798. 4.

C. Mayer, Die Elementarorganisation des Seelenorganes. Bonn 1838. 4.

—— —— Die Metamorphose der Monaden. Bonn 1840. 4.

Meckauer, De penitiori cartilaginum structura symbolae. Diss. inaug Wratisl. 1836. 4.

J. F. Meckel, Diss. epistolaris de vasis lymphaticis in Monro et Meckel, De vasis lymphaticis, opusc. anat. Lips. 1760. 8.

—— —— Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I—IV. Halle 1815—20. 8

Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I—III. Berl. 1836 - 39. 8

Meyer, De musculis in ductibus efferentibus glandularum. Diss. inaug Berol. 1838. 8.

Miescher, De inflammatione ossium eorumque anatome generali; accedunt J. Mülleri observationes de canaliculis corpusculorum ossium atque de modo, quo terrea materia in ossibus continetur. Berol. 1836. 4

Monro, De testibus et de semine in variis animalibus. Edinb. 1755.

J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien aus anatomischen Untersuchungen an Embryonen des Menschen und der Thiere. Düsseld. 1830. 4.

—— —— Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. 3te verb Aufl. Coblenz 1837. 8.

—— —— Ueber den feinen Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste Lief. 1. Berl. 1838. Fol.

—— —— Ueber die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane des Menschen und der Säugethiere. Berl. 1836. Fol.

—— —— Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere. Leipzig 1826. 8.

—— —— De glandularum secernentium structura penitiori earumque prima formatione in homine atque animalibus. Lips. 1830. Fol.

Muys, Musculorum artificiosa fabrica. Lugd. Bat. 1751. 4.

F. Nasse und H. Nasse, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Bd. I. II. Bonn 1835 ff. 8.

H. Nasse, Das Blut in mehrfacher Beziehung, physiologisch und pathologisch untersucht. Bonn 1836. 8.

Otto, Lehrbuch der pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere. Bd. I. Berl. 1830. 8.

Pappenheim, Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes nach Structur, Entwickelung und Krankheit. Breslau 1840. 8.

— Zur Kenntniß der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Breslau 1839. 8.

Parry, Experimentaluntersuchung über die Natur, Ursache und Verschiedenheit des arteriösen Pulses. Aus dem Engl. von E. v. Embden. Hannover 1816. 8.

Pauli, Comment. physiol. chirurg. de vulneribus sanandis. Gotting. 1825. 4.

Prochaska, De carne musculari tractatus anatomico-physiologicus. Vienn. 1778. 8.

— Disquisitio anatomico-physiologica organismi corp. humani ejusque processus vitalis. Vienn. 1812. 8.

— Institutionum physiologiae humanae in usum suarum praelectionum conscript. Vol. I. II. Vienn. 1805. 8.

Purkinje et Valentin, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis animalium etc. Wratisl. 1835. 4.

L. Rapp, Die Verrichtungen des fünften Hirnnervenpaares. Lpz. 1832. 4.

Raschkow, Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Wratisl. 1835. 4.

Raspail, *Système de chimie organique. 2e éd. T. I. II. Brux. 1839. 8. avec Atlas.*

Rathke, Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Thl. I. II. Leipzig 1832, 33. 4.

— Entwickelungsgeschichte der Natter. Königsb. 1839. 4.

Reich, De membrana pupillari. Diss. inaug. Berol. 1833. 4.

Reichel, De sanguine ejusque motu experimenta. Lips. 1767. 4.

Reichert, Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. 4.

Reisseisen, Ueber den Bau der Lungen. Berl. 1822. Fol.

Remak, Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol. 1838. 4.

Rosenmüller, Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers. 6te Aufl. herausg. von E. H. Weber. Leipzig 1840. 8.

Rosenthal, De formatione granulosa. Diss. inaug. Wratisl. 1839. 8.

E. Rousseau, Anatomie comparée du système dentaire chez l'homme et chez les principaux animaux. Paris 1827. 4.

Rudolphi, Grundriß der Physiologie. Bd. I. II. Berl. 1821—28. 8.

Rust, Theoret.-praktisches Handbuch der Chirurgie in alphabet. Ordnung. Bd. I—XVII. Berl. 1830—36. 8.

Ruysch, De fabrica glandularum. Amst. 1733. 4.

Sandifort, Thesaurus dissertationum programmatum aliorumque opusculorum selectissimorum. T. I—III. Lugd. Bat. 1769—78. 4.

Santorini, Observat. anatomicae. Venet. 1724. 4.

Scarpa, De penitiori ossium structura commentarius. Lips. 1799. 4.

J. C. Schmidt, Ueber die Blutkörner. Würzb. 1822. 4.

Schreger, Theoret. und prakt. Beiträge zur Cultur der Saugaderlehre. Bd. I. 1793. 8.

—— De irritabilite vasorum lymphaticorum. Lips. 1789. 8.

Schriften der Berl. Gesellschaft naturf. Freunde. Berl. 1780 ff. 8.

C. H. Schultz, De alimentorum concoctione experimenta nova. Berol. 1834. 4.

C. H. Schultz, Das System der Circulation in seiner Entwickelung durch die Thierreihe. Stuttg. 1836. 8.

C. Schultze, Systemat. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1. Abthlg. Allg. Anatomie. Berl. 1828. 8.

Schumlanski, De structura renum tractatus physiologico-anatomicus, edente G. C. Würtz. Argent. 1788. 8.

Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berl. 1839. 8.

Seiler, Naturlehre des Menschen mit Bemerkungen aus der vergleichenden Anatomie, für Künstler und Kunstfreunde. Dresd. 1826. 8. Mit Atl.

Sénac, Traité de la structure du coeur, de son action et de ses maladies. T. I. II. Paris 1749. 4.

Serres, Essai sur l'anatomie et la physiologie des dents ou nouvelle théorie de la dentition. Paris 1817. 8.

G. v. Setten, De salivae natura atque indole. Diss. inaug. Groning. 1836. 8.

C. Th. v. Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Danzig 1839. 4.

F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie nach dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft. Th. I. Berl. 1840. 8.

W. Sömmerring, Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen. Frkft. 1828. 8.

S. Th. Sömmerring, Vom Baue des menschlichen Körpers. Thl. I—V. Frkf. 1791—96. 8.

Spallanzani, *Expériences sur la circulation, traduit de l'Italien. Paris An VIII. 8.*

Steinbuch, Analekten neuer Beobachtungen für die Naturkunde. Fürth 1802. 8.

Steinrueck, De nervorum regeneratione. Diss. inaug. Berol. 1838. 4.

Stilling, Physiologische, pathologische und medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinalirritation. Lpz. 1840. 8.

F. Tiedemann u. L. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. Bd. I. II. Heidelb. 1831. 4.

— — — — Versuch über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen u. Darmcanal ins Blut gelangen u. s. w. Heidelb. 1820. 8.

G. R. Treviranus, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bd. I. Heft. I—4. Brem. 1835—37. 8.

G. R. u. L. C. Treviranus, Vermischte Schriften anatom. u. physiologischen Inhalts. Bd. I. Götting. 1816. 4.

Todd, *The cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. I—III. Lond. 1836—41. 8.*

G. M. *Della Torre, Nuove osservazioni microscopiche. Napoli 1776. 4.*

Valentin, De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici libri IV. Bern. et Sangall. 1839. 4.

— Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Berl. 1835. 8.

— Historiae evolutionis systematis muscularis prolusio. Diss. inaug. Wratisl. 1832. 4.

— Ueber den Verlauf und die Enden der Nerven aus den N. A. Nat. Cur. Vol. XVII. besonders abgedruckt. Bonn 1836.

Verschuir, De arteriarum et venarum vi irritabili. Groning. 1766.

J. Vogel, Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes zur zoochemischen Analyse und zur mikroskopischen Untersuchung. Lpz. 1841. 8.

— — Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung rc. Erlangen 1838. 8.

— — Prodromus disquisitionis sputorum in variis morbis excreatorum. Diss. inaug. Monach. 1838. 8.

Volcherus Coiter, Externarum et internarum principalium humani corporis partium tabulae atque anatomicae exercitationis etc. Norimberg. 1573. fol.

Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Lpz 1836. 8

R. Wagner, Icones physiologicae, tabulae physiologiam et geneseos historiam illustrantes fasc. I—III. Lips. 1839. fol.

—— —— Lehrbuch der Physiologie für akademische Vorlesungen. Abth. 1. 2 1839, 40. 8.

—— —— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Lpz. 1834, 35. 8.

—— —— Partium elementarium organorum quae sunt in homine atque animalibus mensiones micrometricae. Lips. 1834. 4.

—— —— Prodromus historiae generationis hominis atque animalium. Lips 1836. fol.

—— —— Zur vergleichenden Physiologie des Blutes. Lpz. 1833. 8. Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Hft. II. Ebendas. 1838.

J. G. Walter, De venis oculi ad G. Hunterum. Berol. 1778. 4.

Wasmann, De digestione nonnulla. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.

E. H. Weber, De aure et auditu hominis et animalium. P. I. Lips. 1820. 4

—— —— De pulsu, resorptione, auditu et tactu. Annotationes anatomicae et physiologicae. Lips. 1834. 4.

M. J. Weber, Die Zergliederungskunst des menschlichen Körpers. 1te Abthlg Elemente der allgemeinen Anatomie. Bonn 1826. 8.

Wedemeyer, Untersuchung über den Kreislauf des Blutes. Hannov. 1828. 8

A. Wendt, De epidermide humana. Diss. inaug. Wratisl. 1833. 4.

Werner et Feller, Vasorum lacteorum atque lymphaticorum anatomico physiologica descriptio. Fasc. I. Lips. 1784. 4.

Westrumb, Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannov 1825. 8.

Winslow, Exposition anatomique de la structure du corps humain Paris 1732. 4.

Wutzer, De corporis humani gangliorum fabrica et usu monographia Berol. 1817. 4.

Zinn, Descriptio anatomica oculi humani, icon. illustr. Ed. II. Gotting 1780. 4.

—— Observationes quaedam botanicae et anatomicae de vasis subtilioribus oculi et de cochlea auris. Gotting. 1753. 4.

Von den
Mischungsbestandtheilen
des
menschlichen Körpers.

Die Säfte und Gewebe der thierischen Körper zerfallen, wenn sie nach dem Tode derselben oder nach ihrer Trennung von den Körpern auf chemischem Wege, so weit es möglich ist, zerlegt werden, in eine gewisse Zahl von Grundstoffen, welche der organische Körper mit der leblosen Natur gemein hat.

In dem gesunden menschlichen Organismus sind bis jetzt folgende einfache Stoffe nachgewiesen:

1. Sauerstoff.
2. Wasserstoff.
3. Stickstoff.
4. Kohlenstoff.
5. Phosphor.
6. Chlor.
7. Schwefel.
8. Fluor.
9. Kalium.
10. Natrium.
11. Calcium.
12. Magnium.
13. Silicium.
14. Aluminium.
15. Eisen.
16. Mangan.
17. Titan.
18. Arsenik (?).

Von diesen machen die vier ersten allein die Hauptmasse der Flüssigkeiten und der weichen Gewebe aus; Kalkerde findet sich, in Verbindung mit Phosphorsäure und Kohlensäure, in reichlichem Maaße

n den Knochen. Sie [illegible] immer nur in geringer Meng[e]
[illegible] zum Theil noch [illegible].

Kalium, [illegible] und Magnium, so wie Calcium, erscheinen
[illegible] im [illegible] Zustande mit Kohlen-
Schwefel-, Phosphorsäure in der Asche der meisten thierischen
Substanzen. Das Eisen macht einen wesentlichen Bestandtheil de[s]
Pigments und des schwarzen Pigments aus; auch in der Krystall
linse und in den Haaren wurde Eisen gefunden. Schwefel zeig[t]
sich [illegible] in der Asche [illegible] Theile in schwefelsauren Sal[zen]
[illegible] entwickelt sich bei der Zersetzung derselben, beim Koche[n]
des Eiweißes, bei der Fäulniß u. s. w. als Schwefelwasserstoff.
Das Fluor wurde in Verbindung mit Calcium im Schmelz de[r]
Zähne nachgewiesen; Silicium und Mangan sollen in den Haaren
das letztere auch in den Knochen vorkommen. Fourcroy und
Vauquelin, Thenard und Morichini im Schmelz der Zähne,
Fourcroy und Vauquelin wollen sie in menschlichen Knochen
gefunden haben. Nach John[1] kommt sie in weißen Haaren, nac[h]
Schloßberger[2] im Fleische der Fische vor. Titan wurde vo[n]
C. Rees[3] in den Salzen, welche aus den Nebennieren erhalte[n]
werden, beobachtet. Ueber die Gegenwart des Arseniks im mensch-
lichen Körper ist erst in diesen Tagen, bei Gelegenheit einer Legal
untersuchung über Arsenikvergiftung, verhandelt worden. Raspai[l]
und Orfila haben mittelst des Apparates von Marsh in de[n]
Muskeln und Knochen eine Spur von Arsenik zu entdecken geglaub[t]
und hielten es für wahrscheinlich, daß er in den Körper durch d[ie]
phosphorhaltigen Nahrungsmittel gelange, denen immer auch A[r]
senik in kleinen Quantitäten beigemischt ist. Flandin und Dan
ger[4] bestritten diese Angabe und zeigten, daß Flecken, welche dene[n]
von Arsenik ähnlich sind, durch eine Verbindung von schwefelsaure[m]
und phosphorsaurem Ammoniak mit einer thierischen Substanz en[t]
stehen. Sie konnten selbst in den Knochen keinen Arsenik auffinde[n].

Man hat gefragt, ob diese Stoffe alle wesentlich dem Körp[er]
angehören oder ob sie nur zufällig durch die Nahrungsmittel, [illegible]

1 Der Haararzt, I, 48.

2 Unters. über d. Fleisch versch. Thiere. S. 39.

3 *Lond. and Edinb. phil. mag.* V. 398. — Vgl. Marchand in Poggen[dorff's]
Ann. XLV. 242.

4 *l'Institut* No. 366.

denselben gelangen. Dieser Unterschied ist nicht streng durchzuführen, da alle Stoffe von außen zugeführt werden und alle Substanzen, die in den thierischen Säften auflöslich sind, auch ihren Weg durch den Körper machen müssen. Es kann sich nur darum handeln, ob sie mit den thierischen Geweben verbunden bleiben oder durch eine Anziehung einzelner Secretionsorgane alsbald wieder ausgeführt werden. Die wesentlichen und unwesentlichen Bestandtheile waren schärfer geschieden, als man noch glaubte, daß der organische Körper auch seine einfachen Stoffe aus den Elementen zu bilden im Stande sey. Für die Pflanzen scheint dies aber durch die neueren und gründlicheren Versuche widerlegt[1]; bei den Thieren macht die Bildung der Kalkerde für die erste Entwickelung der Knochen noch Schwierigkeiten und es sind wiederholte Versuche, namentlich über den Kalkgehalt der Eier, wünschenswerth. Daß bei den Säugethieren, zur Zeit der Knochenbildung, der Kalk durch das mütterliche Blut zugeführt werde, läßt sich aus der Untersuchung der sogenannten Lithopädien beweisen. Es sind dieses Früchte, welche nach vollendeter Entwickelung durch eine fehlerhafte Lage oder durch eine zufällige Verschließung der Geburtswege in dem Uterus zurückgehalten werden. In diesem Falle findet man zuerst die Gefäße des Uterus incrüstirt und bei den Wiederkäuern die Schleimdrüsen, welche sich an der inneren Oberfläche der Gebärmutter öffnen, mit mikroskopischen Körnchen von Kalksalzen angefüllt. Später verknöchern auch der Uterus, die Eihäute und selbst Theile an der Oberfläche des Fötus. Es scheint also, daß durch die Gegenwart des Fötus die Zufuhr der Kalkerde unterhalten wird und daß, nachdem der Verbrauch derselben durch den Embryo aufgehört hat, eine Ablagerung in den genannten Röhren und auf den Geweben stattfindet.

In Beziehung auf die letzten Bestandtheile sind also die organischen Körper von denen der todten Natur nicht wesentlich verschieden, denn wenn auch nur ein kleiner Theil der anorganischen Elemente in die Zusammensetzung organischer Wesen eingeht, so findet sich doch in diesen kein einfacher Stoff, der nicht auch in der leblosen Natur vorkäme. Eigenthümlich aber verhalten sich die Verbindungen dieser Grundstoffe in organischen Körpern. Zwar treten sie auch in reinem Zustande oder in denjenigen binären

[1] Meyen's Pflanzenphysiologie, II, 130, 532 ff.

Combinationen auf, welche in der anorganischen Welt die gewöhn lichen sind und in unsern Laboratorien künstlich hervorgebrach werden; viel häufiger aber kommen sie in Verbindungen vor, di sich nicht leicht anders, als wieder in ähnliche Verbindungen obe sogleich in die einfachen Grundstoffe zerlegen und künstlich nich wieder zusammensetzen lassen.

Stickstoff und Sauerstoff kommen rein, Sauerstoff und Koh lenstoff in binärer Verbindung als Kohlensäure im Blute vor un können aus demselben mittelst der Luftpumpe entwickelt und durc andere Gasarten ausgetrieben werden, wie aus jeder anderen Flüs sigkeit, welche Gasarten aufgelöst enthält. Kohlensäure findet si im Harn, in der Lungen= und Hautausdünstung; Stickstoff, Koh lensäure, Kohlen= und Schwefelwasserstoff gasförmig im Darm Sauerstoff und Wasserstoff in binärer Verbindung als Wasser bil den das Vehikel aller thierischen Flüssigkeiten und durchdringe auch die meisten der festen Theile so, daß sie sie in einer Ar Aufweichung erhalten. Wenn durch Verdunstung das Wasser sic von diesen Stoffen trennt, so werden sie hart und spröde. Unte günstigen Umständen ziehen sie wieder Wasser an und erlange mehr oder minder vollkommen ihre natürliche Gestalt, ja soga ihre Lebenseigenschaften wieder, wie dies von mehreren niedere Pflanzen und von einigen Infusorien bekannt ist. Nur reine Wasser oder Wasser, welches eine geringe Quantität Salz au gelöst enthält, kann von der getrockneten thierischen Substanz au genommen werden; concentrirte Salzlösungen ziehen vielmeh nach später zu entwickelnden Gesetzen, aus frischen Geweben da Wasser aus, worauf die Conservation der thierischen Substanze mittelst Salzen beruht. Chlor und Wasserstoff sind als Salzsäur im Magensafte und auch im Safte des Blinddarmes enthalten; phos phorsaure und kohlensaure Kalkerde und Talkerde, sowie phos phorsaures Natron kommt in den Knochen, den Eischalen, Krebs Muschelschalen in großer Menge vor. In den Knochen erscheine diese Salze schon dem bewaffneten Auge in besonderen Canälen al krystallinisches Pulver abgelagert; jedoch ist die so deponirte Sub stanz nur ein Theil der Kalkerde, welche die Knochen durchzieh während ein anderer, an den Knorpel gebunden und mit ihm z einem gleichartigen Gefüge verschmolzen, dem Auge nicht wahr nehmbar ist, aber doch durch dasselbe Verfahren wie jener, näm lich durch Behandlung mit Säuren getrennt werden kann. Es i

Die Säfte und Gewebe der thierischen Körper zerfallen, wenn sie nach dem Tode derselben oder nach ihrer Trennung von den Körpern auf chemischem Wege, so weit es möglich ist, zerlegt werden, in eine gewisse Zahl von Grundstoffen, welche der organische Körper mit der leblosen Natur gemein hat.

In dem gesunden menschlichen Organismus sind bis jetzt folgende einfache Stoffe nachgewiesen:

1. Sauerstoff.
2. Wasserstoff.
3. Stickstoff.
4. Kohlenstoff.
5. Phosphor.
6. Chlor.
7. Schwefel.
8. Fluor.
9. Kalium.
10. Natrium.
11. Calcium.
12. Magnium.
13. Silicium.
14. Aluminium.
15. Eisen.
16. Mangan.
17. Titan.
18. Arsenik (?).

Von diesen machen die vier ersten allein die Hauptmasse der Flüssigkeiten und der weichen Gewebe aus; Kalkerde findet sich, in Verbindung mit Phosphorsäure und Kohlensäure, in reichlichem Maaße

hatten und Krystallen von phosphorsaurem Ammoniaknatron ähn lich waren.

Auch im Innern des lebenden Körpers kommen Niederschläg von Salzen, namentlich von Kalksalzen vor, am häufigsten i Gestalt sehr kleiner Körnchen, jedoch auch in ausgebildeten Krystal formen. Als mikroskopische Körnchen erscheinen die Kalksalze i den Canälchen der Knochen und Zähne, in den Concretionen a der inneren Gefäßhaut, die bei alten Subjecten so gewöhnlich sin Nach der Beobachtung von Hassenstein[1] ist das Tapetum d reißenden Thiere mit einer Schicht mikroskopischer Körnchen au einem Kalksalze, wahrscheinlich phosphorsaurem Kalke, bedeckt. Körn chen von kohlensaurem Kalke fand ich in dem Contentum der häu tigen Säcke an der Speiseröhre des Regenwurmes und zwar i den vier hintersten, während die Concremente in dem vorderen Paar von derselben chemischen Beschaffenheit, aber krystallinisch sind[2] In außerordentlich feinen Körnchen schlägt sich die kohlensaur Kalkerde in den Cysten nieder, welche die Cysticercus, Trichin und andere Blasenwürmer bewohnen. Auch die Kügelchen, welch die Leibeshöhle des merkwürdigen, unter dem Namen Proteus tena bekannten Entozoon des Regenwurmes ausfüllen, bestehen aus einen Kalksalze und lösen sich in Salzsäure ohne Aufbrausen. — Dagege erscheint der kohlensaure Kalk in den Säckchen, welche bei de Reptilien die Austrittsstellen der Nerven an dem Schädel und de Rückenwirbeln umgeben, in Gestalt sechsseitiger Säulchen mit do pelter dreiseitiger oder sechsseitiger Zuspitzung[3], die kleinsten klein als 0,001''', die größten über 0,01''' lang. Aehnliche Krystall fand Ehrenberg auch im Hinterhaupte bei Flußfischen und selb bei Säugethieren, namentlich Vespertilio murinus. Bei alle Wirbelthieren liegen Krystalle von derselben Form und gleichfall aus kohlensaurem Kalke bestehend, an gewissen Stellen des häutige Labyrinths. Sie sind bei den Fischen zu ganzen Drusen verwach sen. Eine ausführlichere Beschreibung derselben lassen wir weite

1 De luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapet lucido. Jenae 1836.

2 Müll. Arch. 1835. S. 581. Vgl. v. Siebold, ebendas. 1836. S. 5? Valentin Repert. I, 21.

3 Ehrenberg in Poggend. Ann. XXVIII. 465. Taf. VI. Husch in der Isis. 1833. Hft. 7. J. Müller in dessen Archiv. 1834. S. 158.

unten folgen. Hierher gehören ferner zum Theil die Steinchen der Zirbeldrüse, die in älteren Subjecten so gewöhnlich sind, daß man sie wohl für normale Producte halten muß. Meistens besteht zwar der Hirnsand aus kugelförmigen Körpern, indeß sah Valentin[1] in einigen Fällen auch kleine quadratische Säulen. In der knorpeligen Hülle von Ascidia mamillata kommen nach R. Wagner[2] kleine, theils zugeschärfte, theils abgestutzte Krystalle vor. Rhomboedrische Krystalle von kohlensaurem Kalke hat Turpin[3] an der inneren Fläche der Eischale von Helix adspersa, Valentin in der Eischale der Eidechse[4] und einiger Schlangen und Sepien[5] gefunden. Auch in den blinddarmförmigen Canälen der weiblichen Genitalien der Schabe (Blatta orientalis) zeigen sich Krystalle in Form regelmäßiger spitzer Rhomboeder oder rhomboedrischer Tafeln[6]. In Polypen, Schwämmen und in vielen Pflanzen sind krystallinische Bildungen gar nicht selten und schon seit langer Zeit bekannt.

In vielen der angeführten Fälle ist es aber noch nicht ausgemacht, ob die Krystalle einfache anorganische Niederschläge, oder nicht vielmehr Incrustationen organischer Formelemente sind, ob sie also im letzteren Falle ihre regelmäßige Gestalt nicht blos der weichen organischen Grundlage verdanken. Oft bleibt nämlich, wenn man die Salze durch Säuren aufgelöst hat, eine organische Masse zurück, welche die frühere Form behält. Hier sind drei Fälle möglich: 1. die organische Materie ist nur ein Niederschlag auf dem Krystall, äußerlich demselben adhärirend. 2. Der Krystall liegt im Innern einer organischen Zelle, dicht von der Zellenwand umgeben. Beispiele davon aus Pflanzen hat Meyen angeführt[7]. Nach Krieger[8] sind auch die Ohrkrystalle der Wirbelthiere jeder in einem häutigen Bläschen eingeschlossen. Diese Krystalle unterscheiden sich demgemäß nur durch ihre Bildungsstätte von den unorganischen krystallinischen Sedimenten. 3. Die Form der scheinbar

[1] Verlauf u. Enden d. Nerven. S. 48. fig. 25.

[2] Lehrb. d. vergl. Anat. S. 60.

[3] *Annales d. sc. nat.* 1832.

[4] Müll. Arch. 1836. S. 256.

[5] Repert. 1838. S. 311. fig. 5. 8.

[6] v. Siebold in Müll. Arch. 1836. S. 52. Valentin, Repert. I, 114.

[7] Pflanzenphysiol. I, 231.

[8] De otolithis. p. 15.

Combinationen auf, welche in der anorganischen Welt die gewöhnlichen sind und in unsern Laboratorien künstlich hervorgebracht werden; viel häufiger aber kommen sie in Verbindungen vor, die sich nicht leicht anders, als wieder in ähnliche Verbindungen oder sogleich in die einfachen Grundstoffe zerlegen und künstlich nicht wieder zusammensetzen lassen.

Stickstoff und Sauerstoff kommen rein, Sauerstoff und Kohlenstoff in binärer Verbindung als Kohlensäure im Blute vor und können aus demselben mittelst der Luftpumpe entwickelt und durch andere Gasarten ausgetrieben werden, wie aus jeder anderen Flüssigkeit, welche Gasarten aufgelöst enthält. Kohlensäure findet sich im Harn, in der Lungen- und Hautausdünstung; Stickstoff, Kohlensäure, Kohlen- und Schwefelwasserstoff gasförmig im Darm. Sauerstoff und Wasserstoff in binärer Verbindung als Wasser bilden das Vehikel aller thierischen Flüssigkeiten und durchdringen auch die meisten der festen Theile so, daß sie sie in einer Art Aufweichung erhalten. Wenn durch Verdunstung das Wasser sich von diesen Stoffen trennt, so werden sie hart und spröde. Unter günstigen Umständen ziehen sie wieder Wasser an und erlangen mehr oder minder vollkommen ihre natürliche Gestalt, ja sogar ihre Lebenseigenschaften wieder, wie dies von mehreren niederen Pflanzen und von einigen Infusorien bekannt ist. Nur reines Wasser oder Wasser, welches eine geringe Quantität Salz aufgelöst enthält, kann von der getrockneten thierischen Substanz aufgenommen werden; concentrirte Salzlösungen ziehen vielmehr, nach später zu entwickelnden Gesetzen, aus frischen Geweben das Wasser aus, worauf die Conservation der thierischen Substanzen mittelst Salzen beruht. Chlor und Wasserstoff sind als Salzsäure im Magensafte und auch im Safte des Blinddarmes enthalten; phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde und Talkerde, sowie phosphorsaures Natron kommt in den Knochen, den Eischalen, Krebs-, Muschelschalen in großer Menge vor. In den Knochen erscheinen diese Salze schon dem bewaffneten Auge in besonderen Canälen als krystallinisches Pulver abgelagert; jedoch ist die so deponirte Substanz nur ein Theil der Kalkerde, welche die Knochen durchzieht, während ein anderer, an den Knorpel gebunden und mit ihm zu einem gleichartigen Gefüge verschmolzen, dem Auge nicht wahrnehmbar ist, aber doch durch dasselbe Verfahren wie jener, nämlich durch Behandlung mit Säuren getrennt werden kann. Es ist

gewiß, daß in den Knochen der phosphorsaure Kalk schon als binäre Verbindung während des Lebens vorhanden ist, denn die Färberröthe, welche von den Knochen des lebenden Thieres aus dem Blute angezogen wird, wenn man Thiere mit dieser Substanz füttert, hat Verwandtschaft zum phosphorsauren Kalke, aber nicht zu einem einzelnen der Elemente desselben.

Diese und viele andere binär gemischte Salze, am häufigsten Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium, schwefelsaures Kali, kohlensaures Kali, schwefelsaures, kohlensaures und phosphorsaures Natron und doppelt kohlensaures Ammoniak kommen theils im Serum des Blutes, theils in den abgesonderten Säften vor; sie werden mittelst der gewöhnlichen chemischen Reagentien nachgewiesen, aber auch schon beim Verdunsten der Flüssigkeit in Gestalt mikroskopischer Krystalle gefällt. Aus dem Harn waren diese Krystalle schon den älteren Beobachtern, z. B. Ledermüller, bekannt. Im Samen sah sie Vauquelin[1], im Eiweiß Raspail[2], in der Lymphe H. Nasse[3], in der Allantoisflüssigkeit Gurlt[4]; Schönlein[5] hat auf die mikroskopischen Krystalle in den Excrementen Typhöser aufmerksam gemacht und glaubte, sie zur Diagnose des Typhus benutzen zu können. J. Müller[6] fand sie auch in anderen Excrementen, Harrison[7] entdeckte Krystalle aus phosphorsaurem Ammoniak und Kalk auf einzelnen Theilen des Bauchfells und der Arachnoidea, und seitdem hat namentlich Gluge diesen Gegenstand verfolgt und die Krystallformen aus vielen gesunden und krankhaften Flüssigkeiten und Geweben beschrieben[8]. Die krystallinischen Sedimente des Urins wurden durch Vigla genauer untersucht[9]. Aus dem Blute beschrieb kürzlich Hünefeld[10] tafelförmige Krystalle, die beim Vertrocknen des Blutes sich ausgeschieden

[1] *Ann. de chim. et de phys.* IX, 64.
[2] *Syst. de chimie org.* §. 1507. Pl. VIII. fig. 12.
[3] Tiedemann und Treviranus Ztschr. V. 1. S. 30.
[4] Vergl. Physiol. S. 544.
[5] Müll. Arch. 1836. S. 258. Taf. XI.
[6] Ebendas. S. 261.
[7] Fricke u. Oppenheim Ztschr. 1836. II, 510.
[8] Anatomisch-mikroskop. Unters. S. 89. Taf. IV. V.
[9] *l'Expérience.* 1838. No. 26. 27.
[10] Der Chemismus in der thier. Organisation. S. 160. fig. 7. 8.

hatten und Krystallen von phosphorsaurem Ammoniaknatron ähnlich waren.

Auch im Innern des lebenden Körpers kommen Niederschläge von Salzen, namentlich von Kalksalzen vor, am häufigsten in Gestalt sehr kleiner Körnchen, jedoch auch in ausgebildeten Krystallformen. Als mikroskopische Körnchen erscheinen die Kalksalze in den Canälchen der Knochen und Zähne, in den Concretionen auf der inneren Gefäßhaut, die bei alten Subjecten so gewöhnlich sind. Nach der Beobachtung von Hassenstein[1] ist das Tapetum der reißenden Thiere mit einer Schicht mikroskopischer Körnchen aus einem Kalksalze, wahrscheinlich phosphorsaurem Kalke, bedeckt. Körnchen von kohlensaurem Kalke fand ich in dem Contentum der häutigen Säcke an der Speiseröhre des Regenwurmes und zwar in den vier hintersten, während die Concremente in dem vorderen Paare von derselben chemischen Beschaffenheit, aber krystallinisch sind[2]. In außerordentlich feinen Körnchen schlägt sich die kohlensaure Kalkerde in den Cysten nieder, welche die Cysticercus, Trichina und andere Blasenwürmer bewohnen. Auch die Kügelchen, welche die Leibeshöhle des merkwürdigen, unter dem Namen Proteus tenax bekannten Entozoon des Regenwurmes ausfüllen, bestehen aus einem Kalksalze und lösen sich in Salzsäure ohne Aufbrausen. — Dagegen erscheint der kohlensaure Kalk in den Säckchen, welche bei den Reptilien die Austrittsstellen der Nerven an dem Schädel und den Rückenwirbeln umgeben, in Gestalt sechsseitiger Säulchen mit doppelter dreiseitiger oder sechsseitiger Zuspitzung[3], die kleinsten kleiner als 0,001''', die größten über 0,01''' lang. Aehnliche Krystalle fand Ehrenberg auch im Hinterhaupte bei Flußfischen und selbst bei Säugethieren, namentlich Vespertilio murinus. Bei allen Wirbelthieren liegen Krystalle von derselben Form und gleichfalls aus kohlensaurem Kalke bestehend, an gewissen Stellen des häutigen Labyrinths. Sie sind bei den Fischen zu ganzen Drusen verwachsen. Eine ausführlichere Beschreibung derselben lassen wir weiter

1 De luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae 1836.

2 Müll. Arch. 1835. S. 581. Vgl. v. Siebold, ebendas. 1836. S. 52. Valentin Repert. I, 21.

3 Ehrenberg in Poggend. Ann. XXVIII. 465. Taf. VI. Huschke in der Isis. 1833. Hft. 7. J. Müller in dessen Archiv. 1834. S. 158.

unten folgen. Hierher gehören ferner zum Theil die Steinchen der Zirbeldrüse, die in älteren Subjecten so gewöhnlich sind, daß man sie wohl für normale Producte halten muß. Meistens besteht zwar der Hirnsand aus kugelförmigen Körpern, indeß sah Valentin[1] in einigen Fällen auch kleine quadratische Säulen. In der knorpeligen Hülle von Ascidia mamillata kommen nach R. Wagner[2] kleine, theils zugeschärfte, theils abgestutzte Krystalle vor. Rhomboedrische Krystalle von kohlensaurem Kalke hat Turpin[3] an der inneren Fläche der Eischale von Helix adspersa, Valentin in der Eischale der Eidechse[4] und einiger Schlangen und Sepien[5] gefunden. Auch in den blinddarmförmigen Canälen der weiblichen Genitalien der Schabe (Blatta orientalis) zeigen sich Krystalle in Form regelmäßiger spitzer Rhomboeder oder rhomboedrischer Tafeln[6]. In Polypen, Schwämmen und in vielen Pflanzen sind krystallinische Bildungen gar nicht selten und schon seit langer Zeit bekannt.

In vielen der angeführten Fälle ist es aber noch nicht ausgemacht, ob die Krystalle einfache anorganische Niederschläge, oder nicht vielmehr Incrustationen organischer Formelemente sind, ob sie also im letzteren Falle ihre regelmäßige Gestalt nicht blos der weichen organischen Grundlage verdanken. Oft bleibt nämlich, wenn man die Salze durch Säuren aufgelöst hat, eine organische Masse zurück, welche die frühere Form behält. Hier sind drei Fälle möglich: 1. die organische Materie ist nur ein Niederschlag auf dem Krystall, äußerlich demselben adhärirend. 2. Der Krystall liegt im Innern einer organischen Zelle, dicht von der Zellenwand umgeben. Beispiele davon aus Pflanzen hat Meyen angeführt[7]. Nach Krieger[8] sind auch die Ohrkrystalle der Wirbelthiere jeder in einem häutigen Bläschen eingeschlossen. Diese Krystalle unterscheiden sich demgemäß nur durch ihre Bildungsstätte von den anorganischen krystallinischen Sedimenten. 3. Die Form der scheinbar

[1] Verlauf u. Enden d. Nerven. S. 48. fig. 25.
[2] Lehrb. d. vergl. Anat. S. 60.
[3] *Annales d. sc. nat.* 1832.
[4] Müll. Arch. 1836. S. 256.
[5] Repert. 1838. S. 311. fig. 5. 8.
[6] v. Siebold in Müll. Arch. 1836. S. 52. Valentin, Repert. I, 114.
[7] Pflanzenphysiol. I, 231.
[8] De otolithis. p. 15.

krystallinischen Körper wird durch die organische Grundlage bestimmt, in welcher die erdigen Bestandtheile auf eine nicht weiter zu erörternde Weise deponirt sind. Dies scheint bei den kugeligen Bildungen die Regel zu seyn. So kommen z. B. an den Plexus choroidei und an anderen Stellen des Gehirns ovale Kugeln von bestimmter Größe vor, welche sich in Salzsäure unter Aufbrausen lösen, aber eine Zelle mit Kern von der Form der Ganglienkugel zurücklassen [1]; eine solche war also die Grundlage der Kalkablagerung. Die von Valentin entdeckten Kalkdeposita der Eischale geben bei Erhitzung Kohle und hinterlassen bei Behandlung mit Säure eine weiche Masse, welche äußerlich noch die frühere Form und Structur an sich trägt. Ebenso verhalten sich die Krebssteine [2]. Im Urin hat Vigla schwärzliche Kügelchen gefunden, welche als Niederschläge aus harnsaurer Magnesia erkannt wurden. Wasser löst die Substanz auf, welche den Kügelchen das schwarze Ansehn giebt, und diese bleiben in der Form von Schleimkügelchen oder noch kleineren zurück [3]. Auch die sogenannten Krystalldrusen in den Blättern von Ficus elastica sind nichts anders, als incrustirte organische Bildungen, daher auch die vorragenden Spitzen, wie eine aufmerksamere Betrachtung lehrt, ohne die den Krystallen eigenthümlichen scharfen Kanten [4]. Scheinbar spießige Krystalle werden auf die Weise dargestellt, daß verlängerte Zellen sich incrustiren, wie sich bei der Beschreibung des Zahnschmelzes ergeben wird. Die Form der zurückbleibenden Zelle und namentlich die Gegenwart des Zellenkerns läßt keinen Zweifel übrig.

Die Frage, ob wir im einzelnen Falle Niederschläge oder Incrustationen vor uns haben, ist in mancher Beziehung und namentlich für die Theorie der Steinkrankheiten von Wichtigkeit. Die organische Substanz in den Kernen der Nierensteine, das Bindemittel nach v. Walther, deutet darauf, daß noch etwas Anderes, als die Uebersättigung des Harns mit Salzen, bei der Bildung dieser Steine concurrire. Für unsre gegenwärtige Untersuchung aber ist es gleichgültig, ob wir die Krystalle für ächt oder unächt erklären; jedenfalls sind die Bestandtheile derselben ebenso, wie in

1 Remak, observ. anat. de syst. nerv. structura. p. 26.

2 Vgl. Oesterlen in Müll. Arch. 1840. S. 432.

3 *l'Expérience.* 1838. No. 27.

4 Meyen in Müll. Arch 1839. S. 255.

der anorganischen Natur, binär verbunden und so auch als Salze den weichen Geweben oder den Flüssigkeiten beigemischt.

Von einigen anderen Metallen und Metalloiden, Eisen, Phosphor, Schwefel, Fluor, Mangan, Silicium, ist es nicht so gewiß, ob sie in binären Verbindungen den organischen Stoffen nur beigemengt oder mit diesen auf innigere Weise und im elementaren Zustande verbunden sind. Die meisten derselben konnten nicht auf dem gewöhnlichen chemischen Wege dargelegt werden, sondern nur bei der Fäulniß oder nach der Einäscherung, also nach dem Zerfallen der organischen Bestandtheile in die einfachen Elemente. Ich muß später noch darauf zurückkommen.

Diejenigen Elemente aber, welche die Hauptmasse ausmachen, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sind in den meisten thierischen und pflanzlichen Substanzen, wie bereits angegeben wurde, zu drei und vier auf eine eigenthümliche Art verbunden; die meisten Stoffe, welche aus denselben bestehen, können weder künstlich in die gewöhnlichen binären Verbindungen dieser Elemente zerlegt, noch aus den binären Verbindungen zusammengesetzt werden. In anorganischen Körpern, welche aus drei oder vier Elementen gebildet sind, stehen in der Regel je zwei und zwei in genauerem Zusammenhange, und so kann in einem Salze die Säure, aus einem Radical und Sauerstoff binär gemischt, von der binär gemischten Basis durch eine stärkere Säure ohne Zersetzung der einen oder der anderen getrennt werden. Von den drei oder vier Elementen eines organischen Stoffes läßt sich aber in der Regel kein einziger abscheiden, ohne daß zugleich die übrigen sich vollständig von einander trennen. Stoffe, die sich so verhalten, werden vorzugsweise organische Verbindungen und im Gegensatze zu den einfachen oder entfernteren Elementen die näheren thierischen und pflanzlichen Bestandtheile genannt. Unter den näheren Bestandtheilen des Pflanzenreichs giebt es zwar auch einige, die aus nicht mehr als zwei Elementen, Kohlenstoff und Wasserstoff oder Kohlenstoff und Sauerstoff, zusammengesetzt sind; die Materien aber, in welche die thierischen Gewebe und Flüssigkeiten zunächst zerfallen oder welche durch gewisse chemische Proceduren aus thierischen Geweben und Flüssigkeiten erhalten werden, sind aus wenigstens drei Elementen und häufiger noch aus vieren gemischt, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wozu in den zusammengesetzteren noch Stickstoff kommt.

Nach der älteren Annahme von Fourcroy u. A. sind diese drei oder vier Bestandtheile alle in gleicher Weise und gleich innig mit einander verbunden. Die organischen Stoffe werden demnach als ternäre oder quaternäre Verbindungen angesehen. Dann aber wären sie nicht blos specifisch von den anorganischen Körpern verschieden, sondern es müßten auch für die lebende Natur ganz andere Gesetze der chemischen Anziehung bestehen, als für die todte. Die Wissenschaft konnte sich dabei nicht beruhigen und es wurden verschiedene Versuche gemacht, die Erscheinungen im Gebiete der organischen Chemie mit den Grundlehren der anorganischen in Einklang zu bringen.

Gay-Lussac erklärte die organischen Substanzen geradezu für Gemische aus den bekannten anorganischen Verbindungen, den Aether z. B. für ein Gemisch aus Kohlenwasserstoff und Wasser, Essigsäure für ein Gemenge aus Kohlenoxyd, Wasser und Kohlenwasserstoff. Berzelius betrachtet alle organischen Körper, welche Sauerstoff enthalten, als Oxyde von zusammengesetzten Radicalen oder als Verbindungen solcher Oxyde. Ein Beispiel eines solchen zusammengesetzten Radicals, welches sowohl mit Wasserstoff, als mit Sauerstoff Säuren zu bilden vermag und alle übrigen Eigenschaften der einfachen Salzbilder hat, kennt man schon lange am Cyan, einem Körper, der aus gleichen Volumina von Stickstoff und Kohlenstoff besteht. In ähnlicher Weise würden die organischen Substanzen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, oder aus Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff bestehen, als Verbindungen von Sauerstoff mit Radicalen anzusehen seyn, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff oder aus Kohlenstoff und Stickstoff beständen, wenn auch in anderen Proportionen, als die Verbindungen des Kohlenstoffes mit Stickstoff und Wasserstoff, die in der todten Natur vorkommen. Aether wäre demnach zusammengesetzt aus vier Atomen Kohlenstoff, zehn Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff, wobei also C^4H^{10} das Radical wäre. Essigsäure wäre $C^4H^6 + 3O$. Bei Körpern, die aus vier Elementen bestehen, müßten drei an der Zusammensetzung des Radicals Antheil haben und dieses könnte wieder aus einem binären und einem einfachen Bestandtheile, oder aus zwei binären zusammengesetzt seyn, z. B. aus Kohlenstickstoff und Wasserstoff oder aus Kohlenwasserstoff und Stickstoff oder aus Kohlenwasserstoff und Kohlenstickstoff u. s. f.

Um diese Ansicht als die richtige zu erweisen, mußten Mittel aufgefunden werden, den organischen Körpern ihren Sauerstoff ganz oder theilweise zu entziehen und die Radicale isolirt oder in verschiedenen Oxydationsstufen darzustellen, oder man mußte suchen, den Sauerstoff durch Wasserstoff, Schwefel, Chlor u. dgl. zu ersetzen. Allerdings ist die Zahl von Erfahrungen dieser Art schon nicht mehr gering. Am vollkommensten trifft es zu bei dem Cyan, welches doch auch ein organischer Stoff, wenigstens durch Zersetzung organischer Stoffe erhalten ist. So verwandelt sich das Alkarsin ($C_4H_{12}As_2 + O$) durch einfache Aufnahme von Sauerstoff in Alkargen ($C_4H_{12}As_2 + 5O$) und dieses wird wiederum durch reducirende Mittel, wie phosphorige Säure, zu Alkarsin umgewandelt. Für die Essigsäure hat Liebig drei Oxydationsstufen aufgefunden, Aldehyd $C^4H^6 + O$, acetylige Säure $C^4H^6 + 2O$, während die eigentliche Essigsäure $C^4H^6 + 3O$ ist [1]. Aether, als Oxyd des Radicals C^4H^{10}, kann sich nicht nur mit Sauerstoffsäuren verbinden (Essigäther), sondern auch seinen Sauerstoff gegen Chlor oder Jod abgeben. Ameisensäure tauscht den Sauerstoff gegen Chlor, Brom u. a. aus. Man ist übereingekommen, das Radical mit der Endsylbe — yl zu bezeichnen, z. B. von Aether Aethyl, von Essigsäure Acetyl, von Ameisensäure Formyl; der gewöhnliche Aether ist dann = Aethyloxyd, Essigäther = essigsaurem Aethyloxyd, Salzäther = Chloräthyl, Weingeist = Aethyloxydhydrat.

Bei der Thätigkeit, womit in unseren Tagen die früher so vernachlässigte organische Chemie behandelt wird, mehren sich mit jedem Tage die Thatsachen, welche für die Richtigkeit dieser Erklärungsweise zeugen. Auch ist sie jetzt von den ausgezeichnetsten Chemikern allgemein angenommen und nach Aller Ansicht beruht der Unterschied zwischen Radicalen in der anorganischen Chemie und denen in der organischen nur darin, daß die letzteren zusammengesetzt sind, daß ihre Verbindungen in erhöhter Temperatur und bei Einwirkung starker chemischer Agentien unter steter Abscheidung unorganischer Verbindungen, wie Kohlensäure und Wasser, in der Regel in einfachere Verbindungen zerfallen und daß daher die Radicale nur selten für sich dargestellt werden können.

1 Vgl. über Reduction der organ. Säuren durch Kalium Löwig u. Weidmann in Poggend. Ann. L, 95.

Dieser letzte Umstand ist aber Ursache, daß in den zusammengesetzten organischen Stoffen die eigentliche elementare Zusammensetzung häufig nur vermuthet werden kann und daß verschiedene Auslegungen möglich sind, je nachdem man die bekannte Anzahl der Atome so oder anders zu einander ordnet. Man kann über das Princip einig seyn und doch im Einzelnen noch manchen Grund zu Controversen finden. So fragt es sich z. B. ob der Sauerstoff der organischen Körper immer nur als oxydirend betrachtet werden solle oder ob er auch an der Bildung des Radicals Theil haben könne; ob der Wasserstoff dem Radical angehöre oder mit dem Sauerstoffe verbunden als Wasser im organischen Körper enthalten sey. Möglich ist es auch, daß gewisse organische Körper, welche von Einigen als Oxyde zusammengesetzter Radicale angesehen werden, schon Salze solcher Oxyde mit Kohlensäure oder mit organischen Säuren sind. Die fetten Oele betrachtet Chevreul und alle Chemiker mit ihm als Verbindungen von Fettsäure mit Oelzucker; Zucker könnte für eine Verbindung von Kohlensäure, Aether und Wasser, also für kohlensaures Aethyloxyd gehalten werden. Aehnliche Zweifel existiren sogar noch in der anorganischen Chemie. Bekanntlich giebt es eine Schule, welche alle wasserhaltigen Säuren als Wasserstoffsäuren betrachtet und alle Salze dieser Säuren als Verbindungen des Metalls mit dem Radical der Wasserstoffsäure. Es wird z. B. das Schwefelsäurehydrat, statt $H^2O + SO^3$, zusammengesetzt gedacht als $SO^4 + H^2$; hier ist SO^4 das Radical, welches an der Stelle von H^2 ein Atom Metall, z. B. Natrium aufnimmt, um damit ein Salz, schwefelsaures Natron, zu bilden. — Ich kann hierauf nicht weiter eingehen und verweise diejenigen, welche über diese Streitfragen gründliche Belehrung suchen, auf Graham's Lehrbuch der Chemie, bearb. von Otto. Braunschw. 1840. S. 326 ff. und auf den allgemeinen Theil von Löwig's organischer Chemie, wo auch die Ansichten von Berzelius, Dumas und Liebig angeführt und beurtheilt werden.

Ueber die Art, wie die Metalle und Metalloide in den organischen Stoffen enthalten seyen, sind ebenfalls noch immer verschiedene Ansichten zulässig. Es wurde schon vorhin der Möglichkeit gedacht, daß sie in den gewöhnlichen anorganischen Verbindungen, als kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure, salzsaure Salze u. dgl. den näheren Bestandtheilen beigemischt oder im oxydirten Zustande mit denselben verbunden seyn möchten. Es ließ

sich dagegen anführen, daß sie dann mittelst der gewöhnlichen Reagentien erkennbar seyn müßten. Indeß hat H. Rose die Beobachtung gemacht, daß nach Vermischung kleiner Mengen von Eisenoxydsalzen mit den wässerigen Lösungen mehrerer indifferenter organischer Stoffe, namentlich von Eiweiß, Zucker, Gummi x., auf Zusatz von Alkali kein Eisen niederfällt und daß auch weder Schwefelwasserstoff, noch Galläpfeltinctur eine Reaction auf Eisen hervorbrachten. Somit könnte das Eisen dennoch als Oxyd im Blut enthalten und nur durch die Gegenwart von Eiweiß versteckt seyn. Aber auch die bekannten Versuche von Engelhart sprechen dagegen. Engelhart leitete durch eine wässerige Lösung von Blutroth einen Strom Chlorgas. Die thierische Materie schlug sich darauf in völlig weißen Flocken nieder, in Verbindung mit Salzsäure, und hinterließ beim Verbrennen keine Asche; der ganze Gehalt von Eisen, Phosphorsäure, Kalk und Alkali befand sich, durch Chlor aufgelöst und von der thierischen Materie getrennt, in der Flüssigkeit. Da nun nicht Säuren, sondern Salzbilder die mineralischen Substanzen vom Blutroth scheiden und da die Salzbilder keine Verwandtschaft zu Oxyden haben, so muß man schließen, daß die mineralischen Substanzen nicht im oxydirten Zustande im Blutroth enthalten sind, es sey denn, daß man annähme, das Chlor wirke zunächst zersetzend auf den organischen Körper, entziehe ihm Wasserstoff und die so entstandene Salzsäure bilde mit dem Eisenoxyd Wasser und Chloreisen. Noch eine andere Erklärung dieser Thatsache giebt Mulder[1]. Das Chlor bilde mit den Bestandtheilen des Wassers Salzsäure und chlorige Säure; die letztere trete an die organische Substanz und verdränge das Eisen. Die Quantität des Schwefels im Eiweiß und Faserstoff und des Phosphors in anderen thierischen Bestandtheilen ist im Verhältniß zur Atomenzahl der übrigen Elemente so gering, daß Berzelius annehmen zu müssen glaubt, diese Stoffe befänden sich in einem noch ganz unbekannten Verbindungsverhältniß, um so mehr, als Eiweiß und Faserstoff, nach Ausziehung des Schwefels durch Alkali, sich in ihren Eigenschaften bei der Prüfung mit anorganischen Reactionsmitteln ganz unverändert erweisen. Dieser Umstand macht es auch unwahrscheinlich, daß Schwefel oder Phosphor Bestandtheile des organischen Radicals selbst seyen. Auf der anderen Seite ver-

[1] *Bulletin des sc. phys. et natur. en Neerlande.* 1839. p. 409.

hält sich Phosphor dem Stickstoff in allen chemischen Charakteren so ähnlich, daß es wohl denkbar ist, daß er denselben auch in einer organischen Verbindung vertreten könne.

Kürzlich hat Hünefeld ein neues Mittel angegeben, wodurch bewiesen werden soll, daß Eisen als Oxyd im Blutroth enthalten sey[1]. Blut wurde mit verschiedenen Säuren versetzt und 6—8 Wochen in verkorkten Flaschen aufbewahrt. Nach dieser Zeit war dasselbe entfärbt und Reagentien wiesen die Gegenwart von Eisensalzen nach. Am entschiedensten wirkte schwefelige Säure. Von ihr vermuthet Hünefeld, daß sie sich zunächst mit dem Albumen und Blutroth zu auflöslichen Zusammensetzungen verbinde, das oxydische Eisensalz des Blutes desoxydire und daß so ein Theil schwefelsaures Eisenoxydul und entfärbtes Blut gebildet werde. Es ist aber eben so leicht möglich, daß durch die lange Einwirkung der Säure die organische Substanz zersetzt und auf Kosten ihres Sauerstoffes das zuvor regulinische Eisen oxydirt werde, um sich alsdann mit der Säure zu verbinden.

Das Eigenthümliche der organischen Materien beruht in Folgendem:

1. In der Art der Entstehung. Organische Substanz wird nur durch die Entwickelung der Organismen gebildet, in den Pflanzen aus den Elementen, in Thieren aus den Elementen und aus Stoffen von bereits organischer Bildung, pflanzlichen oder thierischen. Welcher Art die Kräfte seyen, unter deren Einwirkung im lebenden Körper diese Combinationen zu Stande kommen, ist nicht bekannt.

2. In der Zusammensetzung. Nicht blos daß mehr Elemente zur Bildung eines Körpers zusammentreten, wovon bereits die Rede war; eigenthümlich ist auch die große Zahl von Atomen der Elemente, welche in einem Atom eines organischen Körpers enthalten sind, kurz ausgedrückt, das große Atomgewicht der letzteren. Dabei sind die Proportionen, in welchen die Mengen der einfachen Atome in einem organischen Atom zu einander stehen, meistens viel complicirter, wie in anorganischen Mischungen. In keinem organischen Körper, der aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, reicht der Sauerstoff hin, um den Kohlenstoff zu Kohlensäure und den Wasserstoff zu Wasser zu oxydiren.

[1] Der Chemismus in d. thier. Organisation. S. 123.

Auffallend ist es ferner, wie sehr verschieden in ihren Eigenschaften oft organische Körper von ähnlicher Zusammensetzung sind. So sind z. B. Zucker, Stärke, Gummi und Milchzucker aus ganz gleichen Quantitäten von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, isomerisch. Auch Weinsäure und Traubensäure, frisches und geronnenes Eiweiß sind isomere Verbindungen. Es deutet dies auf eine innere Verschiedenheit in der Anordnung der Atome, die auch in vielen Fällen nachweisbar ist. Cyansaures Ammoniak und Harnstoff enthalten beide $N_4C_2H_8O_2$. Die Verbindung der Atome in diesen Substanzen muß man sich aber auf folgende Weise denken:

Im cyansauren Ammoniak $N_2C_2O + N_2H_6 + H_2O$.

Im Harnstoff $C_2O_2 + 2(N_2H_4)$.

Verbindungen dieser Art, in welchen eine gleiche Zahl von Atomen auf verschiedene Weise geordnet ist, werden metamere genannt. Auch dadurch können zwei Combinationen scheinbar gleich und doch verschieden seyn, daß die einfachen Atome in beiden zwar in demselben Verhältniß zu einander stehen, aber die absolute Anzahl verschieden ist. Dies sind die polymeren Verbindungen. Citronenöl und Terpenthinöl enthalten beide doppelt so viel Wasserstoff, als Kohlenstoff, allein ein Atom Citronenöl besteht aus $C_{10}H_{16}$, ein Atom Terpenthinöl aus $C_{20}H_{32}$. (Vgl. Löwig, a. a. O. II, 750.)

3. Zeichnen sich die organischen Verbindungen aus durch ihre Zersetzbarkeit; diese ist vielleicht nur die Folge ihrer complicirten Zusammensetzung. Die Elemente behalten die Neigung, in einfacheren Verhältnissen und nach den gewöhnlichen Verwandtschaften zusammenzutreten; es bilden sich daher jedesmal Kohlensäure und Wasser und die zurückbleibenden Atome gehen neue Verbindungen ein, die später noch weiter zersetzt werden. Durch hohe Temperaturgrade werden die organischen Substanzen zersetzt. Viele chemische Agentien verbinden sich mit einzelnen Bestandtheilen derselben und scheiden andere aus oder sind Ursache, daß die anderen in neue Verbindungen zerfallen, wie z. B. die Oxalsäure, nach Entziehung ihres Wassers durch Schwefelsäure, in Kohlensäure und Kohlenoxyd zerfällt. Aber auch ohne solche Einflüsse, welche hier gerade so wirken, wie in der anorganischen Natur, trennen sich organische Verbindungen oft bei gewöhnlicher Temperatur in neue Körper von theils anorganischer, theils organischer Mischung. Man bezeichnet die Processe, durch welche dies geschieht, mit dem Na-

men der freiwilligen Zersetzungen, obgleich auch sie zum Theil durch bestimmte äußere Mittel eingeleitet und unterhalten werden und nur selten erfolgen, ohne daß die atmosphärische Luft, Wasser und eine mäßige Wärme auf die organische Substanz einwirken.

Den chemischen Vorgängen in der anorganischen Natur am nächsten stehen die sogenannten freiwilligen Zersetzungen, wo aus der Luft oder dem Wasser, mit denen die organische Substanz sich in Berührung befindet, Elemente angezogen werden, auf deren Kosten die Umwandlung stattfindet. Es gehört hieher die Oxydation der ätherischen Oele an der Luft, indem ein Theil ihres Wasserstoffes mit dem absorbirten Sauerstoffe zu Wasser und der übrige Theil höher oxydirt wird. Ein Atom

Bittermandelöl	$C_{14}H_{12}O_2$
mit 2 Sauerstoff	O_2
bildet ein Atom Benzoesäure	$C_{14}H_{10}O_3$
und Wasser	H_2O.

Mit Berzelius betrachten die meisten Chemiker die Zersetzung organischer Substanzen an der Luft als einen langsamen, mehr oder weniger vollständigen Verbrennungsproceß. Kommt die Luft mit allen Theilen der organischen Substanz in Berührung, so ist die Oxydation vollkommen: es entstehen aus Pflanzenstoffen Kohlensäure und Wasser. Ist dagegen der Zutritt der Luft erschwert, so treten die Bestandtheile zu neuen Verbindungen zusammen, bestehend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Dies sind die Producte der Verwesung.

Processe der genannten Art werden, wie alle Verbrennungen, durch Wärme begünstigt. Wenn Stärke längere Zeit mit Wasser steht, so geht sie, durch Aufnahme von 2 Atomen Wasser, in Traubenzucker über:

1 Atom Stärke	$C_{12}H_{20}O_{10}$
2 Atom Wasser	H_4O_2
1 Atom Traubenzucker	$C_{12}H_{24}O_{12}$.

Dasselbe geschieht sehr schnell, wenn Stärke mit Wasser über 100° erhitzt wird.

Es giebt aber Fälle, wo organische Substanzen, in Wasser gelöst und sich selbst überlassen, ohne Stoffe abzugeben und ohne solche aus der Luft oder dem Wasser anzuziehen, durch eine bloße

Umsetzung ihrer Elemente in andere Mischungen übergehen. Solche Zersetzungen sind bei indifferenten Verbindungen beobachtet worden, wo sich der Wasserstoff zum Sauerstoff verhält, wie im Wasser. Es verwandelt sich z. B. ein Atom Stärke ($C_{12}H_{20}O_{10}$) in 2 Atome Milchsäure ($2[C_6H_{10}O_5]$); aus 3 Atomen Cyansäurehydrat $= 3(N_2C_2H_2O_2)$ werden 2 Atome unlösliche Cyanursäure $= 2(N_3C_3H_3O_3)$. Die Gegenwart eines Stoffes, welcher zu dem neu sich bildenden Verwandtschaft hat, kann die Umsetzung der Bestandtheile befördern, gleichwie die Gegenwart von Schwefelsäure die Oxydation des Zinks in Wasser. So setzen sich, wenn Salzsäure zugegen ist, Blausäure und Wasser um in Ameisensäure und Ammoniak; Ammoniak verbindet sich mit der Salzsäure. Ameisensaures Ammoniak zerfällt unter ähnlichen Umständen wieder in Blausäure und Wasser (Vgl. Löwig, a. a. O. *II*, 547).

Auch diese wirklich freiwilligen Zersetzungen befördert die Wärme. Sie ist es, welche bei der trocknen Destillation organischer Substanzen die Entstehung neuer Producte bedingt. Unter ihrem Einflusse trennen sich von manchen zusammengesetzten Körpern nur einzelne Verbindungen los, die als solche schon früher vorhanden gewesen zu seyn scheinen, z. B. von gewissen nicht flüchtigen Säuren das Hydratwasser; in anderen Fällen werden Combinationen aus den Elementen neu erzeugt, verschieden je nach dem angewandten Temperaturgrade. Wird nämlich, nachdem ein Theil der Elemente als Wasser oder Kohlensäure sich verflüchtigt hat, aus den übrigen ein Körper erzeugt, welcher bei der gegebenen Temperatur flüchtig ist, so entweicht er unzersetzt; durch Erhöhung der Temperatur kann aber auch dieser Körper aufs Neue zerlegt werden u. s. f. (Löwig. II, 575 ff.).

Auf eine merkwürdige Weise werden Zersetzungen der organischen Materie, die nicht von selbst und nur zum Theil in der Wärme einzutreten pflegen, durch gewisse Stoffe begünstigt, die an den neu entstehenden Combinationen nicht Theil nehmen und, wie es scheint, nur durch ihre Gegenwart wirken. Fein zertheiltes Platin führt, ohne sich selbst zu verändern, den Weingeist unter Absorption von atmosphärischem Sauerstoff in Essigsäure über. Dieselbe Umwandlung, welche Stärke, Gummi, Milchzucker u. a. in der Wärme erleiden, die Umwandlung in Traubenzucker, wird durch die Gegenwart von Diastase und von verdünnter Schwefel-

säure herbeigeführt. Wenn Traubenzucker längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird, so zerfällt er in Humussäure und Wasser. — Hieher gehört auch noch die Verwandlung des Zuckers in Milchsäure mittelst der Schleimhaut des Labmagens [1].

Sehr ähnlich den eben aufgezählten Zersetzungen sind die Processe der Gährung und Fäulniß, ähnlich 1. darin, daß namentlich bei der weinigen Gährung der Zucker in zwei Stoffe, Alkohol und Kohlensäure, zerfällt, deren Gewicht dem Gewichte des angewandten Zuckers entspricht, und 2. darin, daß die Zersetzung eingeleitet und begünstigt wird durch eine Substanz, die an den neuen Producten nicht Theil nimmt und nur durch ihre Gegenwart zu wirken scheint, das Ferment. Es unterscheidet sich aber Gährung und Fäulniß von den zuvor angeführten Zersetzungsprocessen in folgenden zwei Punkten: 1. daß der Stoff, welcher die Gährung vermittelt, unter gewissen Umständen sich dabei verzehrt, unter anderen Bedingungen sich vermehrt, und 2. daß der chemische Proceß von einer Entwickelung eigenthümlicher organischer Körper von thierischer oder pflanzlicher Natur begleitet ist.

Es scheint im gegenwärtigen Augenblicke noch nicht möglich, eine Erklärung dieser Zersetzungen zu geben und sich eine Vorstellung davon zu machen, welche Rolle das Platin, die Säuren, das Ferment spielen. Mitscherlich begreift die Zersetzungen dieser Art unter dem Namen Contactwirkungen, indem die vermittelnden Körper nicht durch Wahlanziehung, sondern nur durch Berührung wirksam seyen. Dies ist richtig, insofern man es nicht als eine Erklärung, sondern als einen Ausdruck der Thatsache ansieht. Berzelius schreibt den Körpern, welche durch Contact wirken, eine eigne Kraft zu, welche er katalytische nennt. Dies ist gefährlicher, denn es werden dadurch Facta unter einen Gesichtspunkt gebracht, die vielleicht auf sehr verschiedene Weise zu erklären sind. Mischungen und Zersetzungen durch Platinschwamm kommen auch in der anorganischen Natur vor, wie die bekannte Entzündung des Wasserstoffes, die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds. Man pflegt sie aus einer Verdichtung der Gasarten an der Oberfläche des Platins zu erklären; dies paßt aber in keinem Fall auf die übrigen Contactwirkungen. Liebig sieht als den allgemeinen Grund derselben eine Bewegung oder Erschütterung an,

[1] *Frémy, Comptes rendus.* 1839. VIII. 960.

welche in Mischungen, deren Bestandtheile nur schwach gebunden seyen, ein Auseinanderweichen der Atome und Verbindung nach neuen, natürlicheren Ordnungen bewirken soll. Solche Erschütterungen seyen theils mechanische, theils werden sie durch eine in Zersetzung begriffene Flüssigkeit und durch die Strömungen, welche von dieser ausgehen, hervorgebracht. Gegen diese Theorie läßt sich mancherlei einwenden. Allerdings giebt es Stoffe, die durch bloße Berührung oder geringe Erwärmung sich zersetzen, wie die knallsauren Salze, Chlorstickstoff u. dgl. Aber die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds läßt sich nicht auf diese Weise erklären, da sie nur von wenigen Körpern (Platin, Gold, Silber, Faserstoff) bewirkt wird. Liebig führt einige Fälle an, wo offenbar eine Mischung, indem sie sich zersetzt, die andere zur Zersetzung gleichsam verführt[1]. Er erinnert z. B. daran, wie Zinn, welches die Salpetersäure leicht aber das Wasser nur schwer zerlegt, bei der Auflösung in verdünnter Salpetersäure auch eine lebhafte Wasserzersetzung veranlasse. Auch bei der Gährung scheint eine Zersetzung, des Ferments, die andere, des Zuckers, zu bedingen. Aber der Grund dieser Mittheilung kann nicht blos die erregte Erschütterung oder Bewegung seyn. Wäre dies der Fall, so müßte die Gährung, einmal durch Ferment eingeleitet, auch ohne Ferment weiter gehen, denn die Bewegung in den Theilchen der Zuckerlösung müßte dieselbe Wirkung haben, wie die Bewegung im Ferment. Auch müßten, wenn die Contactsubstanzen nur erschütternd wirkten, die Producte der Zersetzung in allen Fällen dieselben seyn. Die Producte der Fäulniß sind aber von denen der trocknen Destillation verschieden. Endlich läßt Liebig's Theorie die Contactwirkung der Schwefelsäure ganz unerklärt. Die Wiedererzeugung des Ferments bei der Gährung vergleicht Liebig der Bildung von Oxalsäure aus Oxamid[2]. Wird nämlich Oxalsäure und Oxamid zusammengebracht, so zerlegt die Säure das Oxamid so, daß sich mit den Bestandtheilen des Wassers Ammoniak und wieder Oxalsäure bildet. Die ursprünglich zugesetzte, so wie die neuerzeugte Säure theilen sich in das Ammoniak; es ist also nach der Zersetzung des Oxamids wieder ebenso viel freie Säure vorhanden

1 Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschw. 1840. S. 202—205.

2 A. a. O. S. 313.

wie vorher, und es kann durch dieselbe eine neue Quantität Oxamid zersetzt werden u. s. f. ins Unendliche. Wenn dies Gleichniß passen soll, so muß das Ferment die stickstoffhaltige Substanz, aus welcher es sich regenerirt, zerlegen in Ferment und einen anderen Stoff, mit welchem es sich verbindet, und freies Ferment dürfte am Ende der Gährung nicht in größerer Menge vorhanden seyn, als anfangs zugesetzt worden ist.

Nach Cagniard Latour[1] ist die Gährung und nach Schwann[2] Gährung und Fäulniß durch organische Körper bedingt, welche, indem sie sich aus den faulenden und gährenden Substanzen ernähren, zugleich zersetzend auf diese Substanzen einwirken. Die Bildung von Infusorien und Schimmel bei der Fäulniß ist eine längst bekannte Thatsache. Ebenso gewiß ist es durch die Untersuchungen der beiden genannten Gelehrten, welche später von Kützing[3], Quevenne[4] und Turpin[5] bestätigt und erweitert wurden, daß auch die Bier-, Weinhefe und die Hefe im diabetischen Urin mikroskopische Pilze enthält. Es sind runde oder ovale Körnchen von 0,0028—0,0040‴ Durchmesser, welche theils einzeln vorkommen, theils in Reihen von 2—8 zusammenhängen. Auf einer Reihe stehen gewöhnlich eine oder mehrere andre Reihen schief auf. Während des Brauens entstehen an den anfangs einfachen Körperchen 1 oder 2 Sprossen, die sich später ausdehnen bis zur Größe der ersten Kügelchen, wieder neue Sprossen treiben u. s. f. Auch sollen die Körnchen der Hefe während der Wirkung auf die Maische sich zusammenziehen und Samen austreiben, von denen später wieder, wenn sie die Größe der Mutterkügelchen erreicht haben, Sprossen ausgehen (Cagniard Latour, Turpin). Ob aber die Entwickelung der Infusorien und Pilze Ursache der Zersetzungsprocesse und namentlich der Zerlegung des Zuckers sey, dies ist eine andere Frage, bei welcher wir noch etwas verweilen müssen.

Die Fäulniß erfolgt am leichtesten in stickstoffhaltigen Substanzen, wenn dieselben bei mäßiger Wärme und Feuchtigkeit sich selbst überlassen bleiben. Durch vollständige Absperrung der Luft

1 *l'Institut.* 1837. *Décbre. Comptes rendus.* 1838. *Juill.*

2 Poggend. Ann. XLI. 187.

3 Erdmann's Journ. XI. 387.

4 *l'Expérience.* 1838. No. 26.

5 *Mém. de l'acad. d. sciences.* T. XVII. 1840. p. 93.

kann sie verhindert werden, sie tritt aber ein, wenn die organische Materie nur geringe Zeit mit der Luft in Berührung war und schreitet dann später weiter fort. Faulende Substanz kann gleichsam als Ferment benutzt werden, um der Fäulniß fähige Stoffe schneller zum Faulen zu bringen. Die Verbindungen, in welche die organische Materie beim Faulen zerfällt, sind namentlich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; wenn Schwefel und Phosphor zugegen ist, auch noch Schwefel- und Phosphorwasserstoff, Ursachen des übeln Geruches. Unter Mitwirkung starker Salzbasen und bei möglichst reichlichem Zuströmen von Sauerstoff scheint auf Kosten desselben der Wasserstoff zu Wasser, der Kohlenstoff zu Kohlensäure und der Stickstoff zu Salpetersäure sich zu oxydiren.

Es kann scheinen, als ob durch den Zutritt der Luft, welcher Bedingung des Eintrittes der Fäulniß ist, eine Oxydation oder überhaupt ein chemischer Proceß eingeleitet werde, welcher alsdann im Innern der Substanz weiter fortschreite. So wurde die Sache bisher angesehen und die Infusorien galten als zufällige Bewohner faulender Stoffe. Allein die Versuche von Schultze [1] und Schwann, welche Ure bestätigt [2], haben bewiesen, daß Luft durch Kali oder Säure geleitet oder über einer Flamme geglüht, die Fäulniß nicht veranlaßt und daß, auch wenn die Luft eingewirkt hat, durch Kochen der organischen Substanz die Fäulniß verhindert oder unterbrochen wird und nicht eher wieder eintritt, als bis neue Luft zugelassen wird. Die genannten Mittel können aber den Sauerstoff nicht verändern oder zersetzen, es kann also auch der Zutritt des Sauerstoffes nicht der einzige Grund der Fäulniß seyn. Dagegen machen diese Versuche es wahrscheinlich, daß das Princip, welches durch die Luft zugeführt werden muß, damit es zur Fäulniß komme, eine organische Materie sey. Wenn aber eine organische Materie Ursache der Fäulniß ist, so darf man allerdings zunächst an die Infusorien denken, deren Entwickelung mit der Fäulniß immer gleichen Schritt hält. Die Ansteckung der Fäulniß erfolgte durch Uebertragung der Infusorien. Die fäulnißwidrigen Mittel wären Mittel, welche die Infusorien tödten, wie denn in der That alle Gifte Antiseptika sind und z. B. Strychnin,

[1] Poggend. Ann. XXXIX. 487.

[2] Aus dem *Athenaeum* 1839 in *Bibl. univers. de Genève*. T. XXIII. p 123.

welches nur für Infusorien und nicht für Pflanzen Gift ist, die Fäulniß, nicht aber das Schimmeln verhindert (Schwann). Ob die Infusorien selbst, oder ihre Eier oder eine im Allgemeinen belebungsfähige organische Materie in der Luft enthalten seyen, ist nicht auszumitteln. Freilich ist es etwas schwer, sich vorzustellen, daß in jeder Luftblase alle die Arten von Pflanzen und Thieren enthalten seyen, die sich möglicherweise, je nach den chemischen Verschiedenheiten der Infusion, in welche sie gerathen, daraus entwickeln können; von der anderen Seite ist auch die Annahme einer lebenden Substanz, die nicht specifisch gebildet wäre, sondern sich nach den Umständen so oder anders formen könne, durch keine Thatsachen gerechtfertigt.

Es ist indeß die Zersetzung durch Infusorien oder Pilze nicht so zu fassen, als ob alle Verbindungen, die bei der Fäulniß entstehen, unmittelbar durch den Lebensproceß der thierischen oder pflanzlichen Organismen hervorgebracht würden. Aber dadurch, daß sie den faulenden Substanzen gewisse Elemente entziehen, veranlassen sie die zurückbleibenden sich ihren natürlichen Verwandtschaften gemäß zu neuen Combinationen zu vereinigen. Unter diesen Umständen scheint die Zersetzung sich auch auf diejenigen in der faulenden Flüssigkeit gelösten Stoffe auszudehnen, welche von den Infusorien selbst nicht angegriffen werden. Harnsäure zersetzt sich während der Fäulniß in Blausäure, Harnstoff und kohlensaures Ammonium (Liebig).

Gährung ist Fäulniß in einer zuckerhaltigen Flüssigkeit und begleitet mit einer Zersetzung des Zuckers. Jede faulende Substanz, in Zuckerlösung gebracht, bewirkt Gährung, gleich der Hefe, wenn auch langsamer, so wie umgekehrt der Harnstoff durch Hefe auf dieselbe Weise zerlegt wird, wie bei der Fäulniß. Alle fäulnißwidrigen Mittel verhindern auch die Gährung. Diese tritt spontan nur dann in den zuckerhaltigen Säften ein, wenn dieselben zugleich eine stickstoffhaltige Materie enthalten. Solche sind der Kleber und das Eiweiß, welche sich im Traubensafte, im Malze u. s. f. befinden. Zugleich ist aber nothwendig, daß die gährungsfähige Substanz einige Zeit mit der Luft in Berührung sey. Ohne Luftzutritt erhält sich Traubensaft Jahre lang unverändert; eine einzige Luftblase reicht aber hin, Gährung einzuleiten, die dann auch im abgeschlossenen Raume weiter fortgeht (Gay-Lussac, Schwann). Durch Kochen wird die Gährung verhindert, ebenso

durch Glühen der Luft und Durchleiten derselben durch Kalilösung und Säuren. Bei der Gährung zerfällt ein Atom Traubenzucker ($C_{12}H_{24}O_{12}$) in 2 Atome Weingeist ($C_8H_{24}O_4$) und 4 Atome Kohlensäure (C_4O_8); zugleich geht die stickstoffhaltige Substanz in Hefe über, wahrscheinlich ebenfalls unter Entwickelung von Kohlensäure. Die früher lösliche stickstoffhaltige Substanz wird unlöslich, aber nicht in Folge einer Orydation oder irgend einer anderen chemischen Metamorphose, sondern durch die Entwickelung der zuvor beschriebenen Kügelchen. Die Hefe, die sich bei der Gährung bildet, erregt aufs Neue Gährung in Flüssigkeiten, welche Zucker gelöst enthalten; befindet sich neben dem Zucker noch Kleber oder Eiweiß in der Lösung, so wird auch dieses wieder zu Hefe. Künstlich läßt sich die Erzeugung der Hefe begünstigen, wenn man den gährenden Flüssigkeiten stickstoffhaltige Pflanzenstoffe zuführt, wie Mehl von Bohnen, Erbsen, Linsen. In reiner Zuckerlösung wird keine neue Hefe gebildet. Es reicht daher in einer Flüssigkeit, die neben dem Zucker auch Kleber oder Eiweiß in hinreichender Menge enthält, ein Minimum von Hefe hin, um allen Zucker zu zersetzen; in reinem Zuckerwasser wird aber von einer bestimmten Quantität Hefe nur eine bestimmte Menge Zucker zersetzt. Wenn die Menge der Hefe gerade zureicht, um den vorhandenen Zucker zu zerlegen, so besitzt der nach der Gährung sich absetzende Bodensatz keine gährungerregende Kraft mehr. Dasselbe findet statt, wenn ein Theil Zucker unzersetzt geblieben ist. Der Bodensatz wird zersetzte Hefe genannt; er besteht aus den Häuten der zersprengten Kügelchen der Hefe (Cagniard Latour) und enthält keinen Stickstoff mehr. Der Stickstoff ist als Ammonium entwichen.

Sich selbst überlassen geht die Hefe in feuchtem Zustande leicht in Fäulniß über und entwickelt Kohlensäure und Ammoniak.

Daß die Zersetzung des Zuckers eine Folge des Keimens der Gährungspilze in der stickstoffreichen Substanz ist, kann nach dem Allem wohl nicht bezweifelt werden. Man darf dazu noch ein Experiment von Colin anführen, welcher fand, daß der lösliche Theil des Ferments unfähig ist, Gährung zu bewirken. Was aber auf dem Filtrum zurück bleibt, sind eben nur die Pilze. Auch scheint der folgende Versuch, den Schwann neuerlich angestellt hat, dafür zu sprechen[1]. Ein langes Reagentiengläschen wurde

[1] Mikroskop. Unters. S. 235.

mit einer schwachen, durch Lakmus schwach blau gefärbten Zuckerlösung gefüllt und sehr wenig Hefe zugesetzt, so daß die Gährung erst nach wenigen Stunden beginnen konnte und die Pilze vorher sich auf den Boden absetzten. Es begann die Röthung der blauen Flüssigkeit durch die sich bildende, aber aufgelöst bleibende Kohlensäure wirklich vom Boden des Gläschens. Wurde anfangs ein Steg in der Mitte des Gläschens angebracht, so daß auch darauf Pilze sich ablagern konnten, so begann sie vom Boden und von diesem Stege. Aber es ist damit, wie bereits bemerkt worden, nicht gemeint, daß die Pilze Zucker aufnähmen und Kohlensäure und Weingeist von sich gäben. Es ist nicht einmal wahrscheinlich, daß sie auf die Bestandtheile des Zuckers direct einwirken. Zwar wird bei der Gährung, wenn sie im abgeschlossenen Raume stattfindet, aus gleichen Quantitäten Zucker nicht so viel Alkohol gebildet, als wenn die Luft freien Zutritt hat, und Liebig sieht als Grund davon an, daß der Sauerstoff von einem Theile Zucker zur Bildung neuer Hefe verwandt werde und aus dessen übrigen Elementen statt der Kohlensäure und des Alkohols sauerstoffärmere Producte gebildet würden. Indeß würde sich auch danach die directe Einwirkung immer nur auf einen Theil des Zuckers beschränken und zudem ist Gährung möglich, ohne daß etwas vom Zucker verschwindet. Die Zersetzung, welche die stickstoffhaltige Materie erfährt und vielleicht die Kohlensäureentwickelung aus derselben bedingt mittelbar die Zerlegung des Zuckers. Nach Döbereiner wird Gährung auch durch Sättigung der zuckerhaltigen Flüssigkeit mit Kohlensäure eingeleitet (vgl. indeß Berzelius Lehrb. VIII, 80), vielleicht auf dieselbe Weise, daß die absorbirte Kohlensäure sich später wieder losreißt und die Kohlensäure des Zuckers mit sich zieht. Hier würden Liebig's zuvor angeführte Beispiele von Zersetzung durch Verführung passen, namentlich der Fall, wo gewisse Oxyde, indem sie mit Wasserstoffhyperoxyd zusammengebracht werden, in demselben Augenblicke ihren Sauerstoff verlieren, wo sich der Sauerstoff des Wasserstoffhyperoxyds vom Wasser trennt.

Es bleibt noch zu erklären, wie Ferment in bloßer Zuckerlösung Gährung bewirkt. Vielleicht durch Zersetzung der den Pflanzen noch anhaftenden stickstoffreichen Substanz: dafür scheint zu sprechen, daß ausgewaschene Hefe keine Gährung erregt, doch könnte bei dem Auswaschen auch ein Platzen der Zellen stattfin-

den. Vielleicht durch Einwirkung auf das Wasser, eine Art Athmungsproceß. Vielleicht daß selbst ein Theil der Hefe der übrigen zur Nahrung dient, wobei nach und nach Hefe verzehrt wird, wie denn in der That ihre Menge nach und nach abnimmt. Daß Hefe, die in Zuckerlösung lag, ihre Kraft verliert, hat entweder in einem Platzen der Zellen seinen Grund oder darin, daß bei Mangel an eigentlicher Nahrung, d. h. an stickstoffhaltiger Substanz, keine Keime gebildet werden.

Immer aber ist die Zersetzung des Zuckers, wie sie bei der Gährung erfolgt, eine eigenthümliche; die Eigenschaften der Hefe müssen darauf Einfluß haben. Aehnlich soll, wie erwähnt, die Kohlensäure und nach Gay-Lussac auch die Elektricität wirken[1], denn ganz andere Producte giebt der Zucker bei trockener Destillation, andere wenn er in einer erhöhten Temperatur (35—40°) gelöst sich selbst überlassen bleibt. Hier tritt die sogenannte schleimige Gährung ein, es entsteht Essigsäure, Mannit und Gummi.

Scheint es auch, daß wir für jetzt noch verzichten müssen auf die Erkenntniß der Kräfte, von welchen diese Zersetzungen organischer Materie abhängen, so sind doch die Umwandlungen selbst der Beobachtung zugänglich und versprechen für die Physiologie des gesunden und kranken Körpers im höchsten Grade fruchtbar zu werden. Man weiß, daß dieselben Elemente, und in gleichen Proportionen gemischt, Materien von ganz verschiedenen Eigenschaften darstellen können, daß organische Körper durch Aufnehmen oder Abgeben von einem Atom Wasser oder Sauerstoff sich in Stoffe von sehr verschiedenen chemischen und physikalischen Qualitäten umwandeln, daß in organischen Körpern, wie in unorganischen, unter Umständen ein Austausch eines Theils ihrer Elemente gegen eine gleiche Zahl Elemente von gleicher chemischer Qualität stattfindet, wie z. B. von Sauerstoff gegen Chlor oder Schwefel, von Stickstoff gegen Phosphor oder Arsenik. Sieht man, wie verwandt einander die organischen Substanzen in ihrer Zusammensetzung sind und mit wie geringen Mitteln die mannichfaltigsten Combinationen erzielt werden, so muß man hoffen, die primären, einfacheren und allgemeiner verbreiteten pflanzlichen und thierischen Grundstoffe aufzufinden, durch deren Modification die specifischen Substanzen der Flüssigkeiten und Organe gebildet werden; man

[1] Löwig, a. a. O. I, 373.

kann erwarten, die Modificationen selbst kennen zu lernen und die Umstände, unter welchen sie herbeigeführt werden. Die Pflanzenchemie hat schon seit längerer Zeit bedeutende Schritte zu diesem Ziele hin gethan. Man darf nur an die chemischen Processe beim Keimen, die Entwickelung der Diastase und ihre Einwirkung auf das Stärkmehl erinnern, an die Verwandlung des Amygdalins in Bittermandelöl durch Emulsin und des Bittermandelöls in Benzoesäure durch den atmosphärischen Sauerstoff u. s. f. Aber auch die Zoochemie hat Facta dieser Art aufzuweisen; wir rechnen dahin namentlich die Entdeckung des Proteins, die neuen Analysen der Bestandtheile des Harns und die Versuche über künstliche Verdauung. Um so bedenklicher aber wird es, Substanzen als nähere Bestandtheile des thierischen Körpers anzusehen, welche aus zusammengesetzten Flüssigkeiten durch Anwendung nicht blos der Wärme, sondern auch der verschiedenartigsten Reagentien dargestellt worden sind. Die bekannten Analysen der Galle haben solche Substanzen in Menge geliefert.

Zu den organischen Materien gehören sowohl die durch den Lebensproceß organischer Körper gebildeten Stoffe, als auch die künstlich durch gewisse Operationen aus diesen erzeugten, so lange sie die Eigenthümlichkeiten der Mischung organischer Verbindungen behaupten. Die meisten der Materien, welche wir jetzt im Einzelnen zu beschreiben haben, rechnen wir zur ersten Art und sehen sie als Educte an, obschon wir nicht mit Sicherheit behaupten können, wie weit die Methode der Darstellung auf ihre Bildung Einfluß hat. Zu den künstlich hervorgebrachten gehört aber z. B. der Leim, welcher durch Kochen aus Knorpeln und aus gewissen Fasergeweben gewonnen wird. Von den Zersetzungsproducten und den Verbindungen organischer Stoffe mit anorganischen werde ich nur diejenigen aufnehmen, welche entweder schon im lebenden Organismus vorgehen können oder zur Erklärung der Zusammensetzung organischer Stoffe wichtig sind, oder endlich die Verwandtschaft der organisch-chemischen Processe mit den chemischen Processen in der todten Natur nachweisen. Hinsichtlich der übrigen verweise ich auf die angeführten Handbücher.

Uebrigens soll im Folgenden nur von den Eigenschaften der

formlosen Materien die Rede seyn. Das erste Erforderniß bei chemischen Untersuchungen ist, mit wenigstens mechanisch gleichförmigen und einfachen Körpern zu operiren. Dagegen hat die Zoochemie oft genug gesündigt, und wer bei chemischen Arbeiten auch das Mikroskop zu Hülfe nimmt, kann sich überzeugen, daß oft zusammengesetzte Körper, Bläschen mit einem mehr oder weniger flüssigen Inhalt, für Niederschläge einer einfachen, in Wasser unlöslichen Substanz gehalten worden sind. Von den Gährungspilzen habe ich dies bereits angeführt; bei der Analyse des Pigments wurden die Haut der Pigmentbläschen, der Kern derselben und die Substanz der Pigmentkörperchen, also wenigstens dreierlei chemisch verschiedene Gebilde zusammen geworfen. Aehnliche Fehler machen die Untersuchungen des Blutes, des Schleimes, Samens u. a. zum Theil unbrauchbar. Wenn auch die Reactionen einer organischen Substanz, welche solche Bläschen enthält, hauptsächlich durch den Inhalt der Bläschen bedingt werden, so macht es doch einen merklichen Unterschied, ob der Stoff frei in der Flüssigkeit aufgelöst und vertheilt oder ob er in einzelnen Zellen eingeschlossen ist. So liegt, um nur ein paar Beispiele anzuführen, die Verschiedenheit des Globulins vom gewöhnlichen Eiweiß darin, daß im Globulin das Eiweiß in einzelnen, hellen und mit bloßem Auge nicht sichtbaren Bläschen enthalten ist; das Globulin bleibt daher beim Gerinnen körnig und krümlich, während reines Eiweiß ein zusammenhängendes Coagulum bildet. Das Fett der Milch löst sich in kochendem Alkohol schwer, so lange die Hüllen der Fettbläschen unversehrt sind, augenblicklich aber, sobald man diese durch Essigsäure aufgelöst hat.

Man theilt die organischen Verbindungen nach ihren chemischen Eigenschaften in saure, basische und indifferente Körper. Unter den näheren Bestandtheilen des menschlichen Organismus gehören bei weitem die meisten zu den indifferenten Stoffen. Eine Aufzählung nach diesem oder einem anderen streng chemischen Princip ist übrigens nicht möglich. Zwei natürliche Gruppen ergeben sich, je nachdem die Materien Stickstoff enthalten oder nicht. Wir stellen, so weit es angeht, die gleichartigen Materien zusammen und fangen mit den verbreitetesten, den eiweißartigen an.

A. Stickstoffhaltige Materien.

I. Protein.

Es ist der Grundstoff der eiweißartigen Körper im Pflanzen- und Thierreiche und findet sich namentlich im Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff, in Verbindung mit einer geringen Quantität von Schwefel, Phosphor und Salzen, von welchen es auf folgende Weise befreit wird. Die zur Ausziehung des Proteins bestimmte Substanz wird, nachdem sie geronnen ist, nach einander mit Wasser, Alkohol und Aether ausgelaugt, um Extractivstoffe, Fett und die löslichen Salze zu entfernen, dann mit verdünnter Salzsäure behandelt, welche die unlöslichen Erdsalze auszieht. Man erhitzt sie sodann in mäßig starker Kalilauge bis auf etwa + 50°, wobei der Phosphor und Schwefel der organischen Verbindung mit dem Kali zu phosphorsaurem Kali und Schwefelkalium zusammentreten. Aus der alkalischen Flüssigkeit wird alsdann das Protein durch Essigsäure gefällt und auf dem Filtrum mit Wasser ausgewaschen.

Das feuchte Protein ist gallertartig, geruch- und geschmacklos, unlöslich in Wasser, Weingeist und Aether. Getrocknet ist es bräunlich, hart und spröde, zerrieben wird es zu einem bernsteingelben Pulver. Es zieht aus der Luft Wasser an, in Wasser schwillt es auf und erlangt wieder seine früheren Eigenschaften.

Es besteht in 100 Theilen aus Stickstoff — 16,01.
Kohlenstoff — 55,29.
Wasserstoff — 7,00.
Sauerstoff — 21,70.

Sein Atomgewicht, aus der Proteinschwefelsäure berechnet, beträgt (wenn Sauerstoff = 100) 5529,528. Die chemische Formel ist nach Mulder $N_{10}C_{40}H_{62}O_{12}$.

In der Hitze liefert Protein die gewöhnlichen Destillationsproducte stickstoffhaltiger Körper und eine poröse Kohle, die an der Luft ohne Rückstand verbrennt. Bei der Fäulniß zerfällt es in Humussäure, Kohlensäure und Ammoniak. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser schrumpft es ein, wird hart und löst sich zum Theil; das Ungelöste ist unverändertes Protein, das Gelöste erscheint nach dem Abdampfen als eine spröde, gelbe Masse von angenehmem Fleischbrühgeschmack. Sie löst sich zum kleineren Theile

in Alkohol; der in Wasser aufgelöste Theil gelatinirt nicht, giebt aber mit Gerbsäure, essigsaurem Bleioxyd, schwefelsaurem Eisenoxyd und Alaun Niederschläge.

Wird Chlor durch die Lösung einer Proteinverbindung geleitet, so bildet sich durch Zersetzung des Wassers Salzsäure und chlorige Säure. Die letztere tritt an das Protein. Schwefel, Phosphor und die beigemischten Salze scheiden sich ab. Die proteinchlorige Säure fällt in weißen Flocken nieder. Nach dem Trocknen ist sie ein strohgelbes, in Wasser fast unlösliches Pulver. Es besteht nach Mulder aus einem Atom Protein und einem Atom chloriger Säure, löst sich in Ammoniak unter Stickstoffentwickelung; aus der Lösung fällt Alkohol eine neue Materie, Oxyprotein nach Mulder. Diesen Stoff kann man betrachten als das Hydrat einer Materie, die aus $N_{10}C_{40}H_{62}O_{15}$ oder aus 1 Atom Protein + 3 Atomen Sauerstoff gebildet ist. Die proteinchlorige Säure hätte das Chlor an Ammoniak abgegeben und den Sauerstoff zurückbehalten. Oxyprotein verhält sich ähnlich dem Protein, wird aber nicht von Kaliumeisencyanür gefällt.

Protein löst sich in allen verdünnten Säuren und bildet damit Verbindungen, die bei Ueberschuß von Säure schwer- oder unlöslich sind. Aus der sauren Lösung wird es daher durch neuen Zusatz von Säure niedergeschlagen, durch Wasser wieder aufgelöst. Nur Essigsäure und ungeglühte Phosphorsäure lösen auch im Ueberschusse Protein auf. Es wird, mit diesen Säuren übergossen, anfänglich zu einer Gallerte, die sich in Wasser allmählig löst, schneller wenn das Gemisch erwärmt wird. Nach dem Verdunsten der essigsauren Lösung bleibt eine durchscheinende, gelbliche Masse, die nach vollständigem Austrocknen in Wasser nicht wieder löslich ist. Auch Citronen- und Weinsäure, so wie kohlensäurehaltiges Wasser lösen das Protein auf (Wird). Aus allen sauren Lösungen wird es durch Kaliumeisencyanür und Cyanid, durch Gerbsäure und Alkalien gefällt. Die Fällung durch Cyaneisenkalium betrachtet Berzelius als charakteristisch. Das Präcipitat besteht aus Cyaneisen und einer Cyanverbindung des Proteins, vielleicht cyanwasserstoffsaurem Protein. Gerbsaures Protein erhält man, wenn man Eiweiß mit Wasser verdünnt und mit Eichengerbsäure fällt.

Durch concentrirte Säuren wird das Protein verändert. In reiner Salpetersäure bildet sich unter Entwickelung von Stickgas Xanthoproteinsäure, Ammoniak, Kleesäure oder Aepfelsäure. In

Schwefelsäure gekocht, wird es purpurfarbig und geht über in Leucin und Leimzucker. Mit kalter Schwefelsäure digerirt, bildet es mehrere Verbindungen. Wenn Protein mit Salzsäure digerirt wird, so entsteht eine violette oder blaue Färbung, nach Mulder durch Bildung von Salmiak und humussaurem Ammoniak.

Protein löst sich in verdünnten Alkalien und in Auflösungen der alkalischen Erden ohne Zersetzung. Weingeist schlägt es aus denselben nieder; mit überschüssigem Kalihydrat in gelinder Wärme digerirt, liefert es Ammoniak, Kohlensäure und Ameisensäure, die an das Kali treten, ferner Leucin, Protid und Erythroprotid. Mit den eigentlichen Erden und Metalloxyden bildet es unlösliche Verbindungen. Um diese zu erhalten, setzt man die Lösung des Metallsalzes zur Auflösung des Proteins in Essigsäure. Zehn Atome Protein verbinden sich mit einem Atom Oxyd, und die doppelte Zahl, wenn Essigsäure im Ueberschusse zugegen ist.

Von den Verbindungen des Proteins sind die mit Schwefelsäure näher untersucht. Die Proteinschwefelsäure (acidum sulphoproteïcum) wird gewonnen durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf Eiweiß, Faserstoff oder Käsestoff. Sie ist im trocknen Zustande gelblich, schwer zu pulvern, in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich, leicht löslich in Kali und Ammoniak. Sie verbindet sich mit Metalloxyden und zwar, wie es scheint, mit so viel, als die Schwefelsäure der Verbindung sättigt. Eine andere Verbindung der Schwefelsäure mit Protein (acidum sulpho-biproteïcum) erhält man, wenn man verdünnte Schwefelsäure zur Lösung des Proteins in Essigsäure tröpfelt. Es bildet sich ein flockiger Niederschlag, der aus 2 Atomen Protein mit Wasser auf 1 Atom Schwefelsäure besteht.

Vielleicht wird später noch Manches auf das Protein zu beziehen seyn, was bis jetzt nur bei einzelnen Proteinverbindungen nachgewiesen ist.

Die folgenden näheren Bestandtheile kann man unter dem Namen der Proteinverbindungen zusammenfassen. Sie sind zusammengesetzt aus Protein und geringen Quantitäten von Phosphor oder Schwefel oder von beiden. Was die Art der Zusammensetzung betrifft, so sind die verschiedenen Ansichten darüber schon früher mitgetheilt worden.

1. Albumin.

Albumin (Eiweißstoff) ist von den Proteinverbindungen am meisten verbreitet. Es giebt zwei Varietäten.

Die erste findet sich im Serum des Chylus, der Lymphe und des Blutes und in den meisten aus dem Blute abgesonderten Flüssigkeiten, auch in den pathologischen Secreten, dem Serum und Eiter. Bei der Analyse aller Gewebe erhält man Eiweiß in größerer oder geringerer Menge, theils aus dem Blute der Blutgefäße selbst, theils aus dem exsudirten und die weichen Gewebe tränkenden Blutwasser, vielleicht auch aus dem Innern der Röhren und Bläschen, welche die Gewebe zusammensetzen. Es ist ein Hauptbestandtheil des Gehirn- und Nervenmarkes.

Die zweite Varietät kommt in den Eiern vieler Thiere vor, namentlich der Vögel, wo es als eine besondere Lage, wahrscheinlich in Zellen einer feinen Haut eingeschlossen, den Dotter dicht umgiebt.

Das Eiweiß der Pflanzen ist von dem thierischen nicht wesentlich verschieden. Es ist aber nicht untersucht, ob es mit einer der genannten Varietäten übereinstimmt oder eine dritte bilden würde.

Um das Eiweiß rein darzustellen, verdunstet man Eiweiß oder Blutwasser bei einer Temperatur, die + 50° nicht übersteigt, oder im luftleeren Raume über Schwefelsäure. Die trockne Masse wird zu Pulver gerieben und dies zuerst mit Aether, dann mit Alkohol ausgezogen. Es erscheint nach dem Eintrocknen als eine gelbliche Masse (bernsteingelb aus Eiern, dunkelgelb aus Blutserum), es ist glänzend, durchsichtig, spröde, ohne Geruch und Geschmack, reagirt weder sauer noch alkalisch und löst sich in kaltem Wasser wieder vollständig auf. Im trocknen Zustande kann es bis zu 100° erhitzt werden, ohne sich zu verändern. Erwärmt man die wässerige Lösung, so fängt sie bei + 60° an trübe zu werden, erstarrt, wenn sie concentrirt ist, bei + 61° und das Eiweiß geht in den coagulirten Zustand über. Dieser Uebergang erfolgt erst bei höherer Temperatur, wenn die Lösung verdünnt ist, und sehr verdünnte eiweißhaltige Flüssigkeiten werden erst bei 90—100° trübe und das coagulirte Eiweiß sammelt sich erst nach lange fortgesetztem Kochen an. Je nach der Concentration der Flüssigkeit gerinnt sie in Masse oder in einzelnen Flocken, welche unter dem Mikroskop aus rauhen, zusammendrückbaren Fasern zu bestehen scheinen.

Das geronnene Eiweiß ist in seiner Zusammensetzung von dem frischen nicht verschieden; beide sind isomerische Verbindungen, die sich nur durch das Verhalten gegen Wasser unterscheiden. Außerdem hat Mulder gefunden, daß die Sättigungscapacität des ungeronnenen Eiweißes viel größer ist, als die des geronnenen.

Die Hitze ist nicht das Einzige, wodurch Eiweiß coagulirt. Im Kreise der Volta'schen Säule gerinnt es bei schwachen Apparaten am positiven Pol durch die frei werdende Säure des Kochsalzes, bei starken Apparaten an beiden Polen, ebenfalls in Folge der Zerlegung des Kochsalzes; am positiven Drahte setzt sich salzsaures Albumin, am negativen Albuminnatron ab. Wenn das Kochsalz ausgezogen ist, bewirkt die Volta'sche Säule keine Gerinnung. Durch Zusatz von Kochsalz wird die Gerinnbarkeit wieder hergestellt.

Die Gerinnung erfolgt ferner durch Kreosot, auch von sehr geringen Mengen, und durch Weingeist. Die Lösung des Albumins in Wasser wird durch Weingeist gefällt; wenn der Weingeist wässerig und nicht im Ueberschusse angewandt wird, so ist das Gefällte in Wasser wieder löslich; im entgegengesetzten Falle aber ist es geronnen. Mehrere Säuren, namentlich Salpetersäure, geglühte Phosphorsäure, Gerbsäure, Chromsäure (Hünefeld) und viele Metallsalze fällen das Eiweiß, indem sie damit unlösliche Verbindungen bilden. Am stärksten wirken salpetersaures Silber, basisch essigsaures Blei, Sublimat und salpetersaures Quecksilberoxydul: die letzteren trüben noch eine Mischung von Eiweiß mit 2000 Theilen Wasser. Auch von Alaun in concentrirter Lösung wird Eiweiß niedergeschlagen, ebenso von Chlorgas und Schwefelwasserstoff, nach Pappenheim[1] auch von Gallenharz. Nach der Abscheidung aus diesen Verbindungen befindet sich das Eiweiß im coagulirten Zustande. Werden die Verbindungen des Albumins mit Säuren in Wasser gelöst und die Lösung mit kohlensaurem Ammoniak vermischt, so fällt geronnenes Eiweiß nieder. Von Aether gerinnt nur das Eiweiß der Eier. Das Eiweiß des Serum wird nicht dadurch verändert; jedoch sah Berzelius eine stark albuminhaltige Flüssigkeit aus der Niere eines Pferdes ebenfalls durch Aether gerinnen und Hünefeld[2] giebt an, daß Serum von entzünd-

[1] Die Verdauung. S. 65.

[2] Chemismus in d. thier. Organisation. S. 146.

lichem Blute häufig durch Aether gerinne, sowie auch Serum von Schweinen, Hunden und Hammeln und das Serum von Menschen, wenn man es mit Cruor zerrührt und wieder sich absondern läßt, während auf der anderen Seite auch Eiweiß von Hühnern zuweilen mit Aether nicht gerinnt. Hünefeld schließt darnach, daß das Eiweiß zuweilen noch Faserstoff aufgelöst enthalte.

Reines geronnenes Eiweiß wird dadurch gewonnen, daß man Eiweiß oder Blutwasser erhitzt und die Masse nach einander mit kaltem Wasser, Alkohol und Aether auszieht, oder durch Fällen einer Lösung von salzsaurem Eiweiß mit kohlensaurem Ammoniak und Auswaschen des Niederschlages mit Wasser und Auskochen mit Alkohol. Das auf die erste Art bereitete enthält noch phosphorsaure Kalkerde, das auf die zweite Art dargestellte ist durch die Salzsäure davon befreit worden.

Das coagulirte Eiweiß verhält sich ganz wie Protein. Es ist weiß, undurchsichtig, fest, nach dem Trocknen hart und durchscheinend, in Wasser unlöslich oder kaum löslich, nämlich zu 7 Theilen in 1000. Das Eiweiß des Blutserums besteht nach Mulder *in 100* Theilen aus Stickstoff — 15,83.
Kohlenstoff — 54,84.
Wasserstoff — 7,09.
Sauerstoff — 21,23.
Phosphor — 0,33.
Schwefel — 0,68.

Die danach berechnete Formel ist $N_{100}\,C_{400}\,H_{620}\,O_{120} + PS_2$, das Atomgewicht = 55983,78. Das Albumin des Serum erscheint also als eine Verbindung von 10 Atomen Protein mit 1 Atom Phosphor und 2 Atomen Schwefel; das Albumin der Eier enthält nur halb so viel Schwefel, also von Schwefel und Phosphor 1 Atom. Wird aber das freie Natron desselben vor dem Kochen durch Essigsäure gesättigt, so verhält es sich ganz wie das Eiweiß des Blutes. Außerdem finden sich im Albumin noch einige Salze, namentlich phosphorsaure und schwefelsaure, sowie Chlornatrium. Aus dem Eiereiweiß erhielt Mulder 2,03 % Asche, größtentheils phosphorsaure Kalkerde. Die Menge des Phosphors in diesem Salze kommt nach Mulder der Menge des freien Phosphors im Albumin gleich. Der phosphorsaure Kalk, welcher mit dem Eiweiß verbunden ist, hat dieselbe Zusammensetzung, wie der der Knochen.

Beim Kochen mit Wasser, bei der trockenen Destillation und der Fäulniß liefert Albumin dieselben Producte, wie Protein, doch erzeugen sich auch schwefelhaltige Verbindungen, namentlich Schwefelwasserstoff.

Gleich dem Protein löst sich auch das Eiweiß in sehr verdünnten Säuren, wird durch Ueberschuß von Säure gefällt und in concentrirten Säuren unter Zersetzung wieder aufgelöst. Wenn daher Albumin mit einer nicht hinreichend verdünnten Säure übergossen wird, so verbindet es sich zwar mit derselben, aber die Verbindung löst sich nicht oder nur in sehr geringer Quantität auf. Auch muß die Säure längere Zeit einwirken. Beim Kochen mit Säuren geht die Auflösung rascher vor sich und es zerfallen auch große Eiweißstücke bald vollständig und, wie es scheint, ohne Zersetzung [1]. Die Lösung wird von Cyaneisenkalium, Sublimat und von Mineralsäuren gefällt; die abfiltrirte Flüssigkeit setzt beim Kochen von Neuem einige Flocken ab, die von verdünnten Säuren in der Hitze gelöst werden können. Nach der Abscheidung derselben bleibt eine geringe Menge von Salzen und thierischer Materie zurück, die von Bleiessig, Sublimat und Gerbsäure angezeigt wird und sich zum Theil in Alkohol, zum Theil in Wasser löst, wie die durch Kochen aus dem Protein gewonnene, extractartige Substanz. Durch Beimischung von Neutralsalzen wird die Auflösung des Eiweißes in Säuren verhindert oder verzögert (Wasmann). Eine Ausnahme von den Säuren machen auch hier Essigsäure, ungeglühte Phosphorsäure und Weinsteinsäure, insofern sie selbst im Ueberschusse das Eiweiß gelöst erhalten; von der Kohlensäure ist es zweifelhaft, nach Simon ist der Niederschlag mit derselben im Ueberschusse nicht löslich. Die genannten Säuren verhindern auch die Gerinnung des frischen Eiweißstoffes durch Wärme.

Die wässerige Lösung des ungeronnenen Eiweißes hat aber auch die Eigenschaft, von sehr geringen Quantitäten Säure gefällt zu werden. Es entsteht daher, wenn man zu frischem und aufgelöstem Eiweiß allmählig Säure setzt, zuerst eine Trübung, die sich bei fortgesetztem Zusatze wieder auflöst, dann ein neuer Niederschlag, der endlich ebenfalls wieder gelöst wird und zwar in den Mineralsäuren mit starker Färbung, gelb, purpur ins Blaue. Auch die Essigsäure bewirkt anfangs eine Trübung. Valentin [2] unter-

1 Wasmann, de digestione. p. 27.

2 Repertorium. 1837. S. 177.

scheidet den ersten und zweiten Niederschlag als mikrolytisch und makrolytisch und ebenso die Lösungen in geringeren und größeren Mengen von Säure als mikrolytische und makrolytische Lösung [1]. Aus den sauren Lösungen wird der Eiweißstoff, gleich Protein, durch Cyaneisenkalium gefällt.

Verdünnte kaustische und kohlensaure Alkalien reagiren nicht auf das flüssige Eiweiß und verhindern die Gerinnung desselben in der Hitze, concentrirte alkalische Lösungen machen das Eiweiß gerinnen, kaustische Alkalien lösen das geronnene.

Das Albumin verbindet sich mit Säuren und Basen und kann sowol im löslichen, als im geronnenen Zustande in den Verbindungen enthalten seyn. Die Verbindungen des ungeronnenen Eiweißes sind aber seltener und daher weniger gekannt. Wenn zu wässerigem Eiweiß verdünnte Schwefelsäure tropfenweis zugesetzt wird, bis die Flüssigkeit sauer reagirt, so erhält man eine wasserhelle Lösung von schwefelsaurem Albumin, die zu einer durchscheinenden, blaßgelben Masse eintrocknet und sich dann in Wasser größtentheils wieder löst, bis auf einen geringen schleimigen Rückstand, welcher aus schwefelsaurem geronnenen Albumin besteht. Die Lösung ist sauer, farblos, von schleimigem Geschmacke und gerinnt vollkommen in der Hitze. Das Coagulum ist ebenfalls schwefelsaures geronnenes Albumin.

Mehrere frischgefällte Metalloxyde werden von Blutwasser oder Eiweiß aufgelöst, Kupferoxyd mit blauer, Eisenoxydul mit

1 Es erklären sich aus diesem Verhalten des Albumins die verschiedenen Aussagen über seine Löslichkeit. Nachdem zuerst Berzelius eine richtige Darstellung gegeben hatte, so haben Beaumont, Eberle, Müller und Schwann (s. Müll. Phys. I, 543) die Auflöslichkeit des Eiweißes, wie des Faserstoffes in diluirten Säuren geleugnet; der Magensaft sollte nicht durch seine Säure, sondern durch einen eigenthümlichen thierischen Stoff, Pepsin (s. unten), auflösend auf jene Materien wirken. Valentin schloß sich dagegen an Berzelius an und Wasmann fand ebenso, daß sehr dünne Eiweißstückchen nach mehrtägiger Maceration in Säuren vollkommen aufgelöst wurden. Schwann hatte angegeben, daß die Säure des Magensaftes sich während der Verdauung nicht vermindere und daß also die Auflösung des Eiweißes nicht Folge seiner Verbindung mit der Säure sey; Wasmann dagegen bemerkte, daß, wenn die auflösende Kraft des Magensaftes erschöpft war, seine Wirksamkeit durch Zusatz von Säure, nicht aber durch Zusatz von Pepsin wiederhergestellt werden konnte. Demnach ist auch im Magensafte die Säure das Lösungsmittel, und Pepsin dient nur, gleich der Wärme, die Auflösung zu beschleunigen.

grünlicher, Eisenoxyd mit rostgelber Farbe. Da das Albumin in den genannten Flüssigkeiten schon mit Alkali verbunden ist, so betrachtet Berzelius diese löslichen Verbindungen als basische Doppelsalze. Frisches Eiweiß löst phosphorsauren Kalk in mehreren Verhältnissen und bildet erst mit großen Mengen desselben eine unlösliche Verbindung. Die Eigenschaft des Albumins, phosphorsauren Kalk aufzulösen, ist in physiologischer Beziehung wichtig.

In den meisten Verbindungen mit Säuren ist das Eiweiß coagulirt. Das schwefelsaure lösliche Albumin verwandelt sich, wie erwähnt, durch Kochen in schwefelsaures geronnenes Albumin. Salpetersaures, salzsaures Eiweiß erhält man durch Versetzen des Eiweißes mit den genannten Säuren. Kohlensaures Albumin wird gewonnen, wenn man das aus einer sauren Lösung mittelst Alkali gefällte Albumin mit Wasser vermischt und so lange Kohlensäure hineinleitet, bis das Eiweiß aufgelöst ist.

Die Verbindungen des Albumins mit Basen werden Albuminate genannt. Mit reinen Alkalien bildet es lösliche Verbindungen, welche durch Alkohol gefällt werden können. Wenn frisches Eiweiß mit kohlensaurem Natron zusammengebracht wird, so bildet sich Albuminnatron und kohlensaures Albumin; wird geronnenes Albumin mit kohlensaurem Natron gekocht, so entweicht die Kohlensäure und es entsteht Albuminnatron, welches sich auflöst (Bird). Ebenso verhält sich nach Mulder das aufgelöste Albumin zu den Erd- und Metallsalzen. Ist das Salz neutral, so entsteht Albuminmetalloxyd, welches unlöslich ist, und eine lösliche Verbindung des Albumins mit der Säure des Metallsalzes, welche hinweggewaschen werden kann. Wenn das Metallsalz dem Serum des Blutes zugesetzt wird, und wenn das Oxyd desselben mit dem Chlor, der Phosphorsäure und Schwefelsäure, die sich im Blute befinden, unlösliche Verbindungen eingeht, so fällt mit dem Albuminmetalloxyd auch noch Chlormetall, phosphorsaures und schwefelsaures Salz nieder. Der Niederschlag, welchen schwefelsaures Kupferoxyd mit Eiweiß bildet, ist nach C. G. Mitscherlich eine Verbindung von Eiweiß mit dem Kupfersalze; nach Mulder besteht sie aus Albuminkupferoxyd und schwefelsaurem Albumin, von welchen das letztere durch lange fortgesetztes Waschen entfernt werden könne. Mitscherlich wendet dagegen ein, daß sich schwefelsaures Eiweiß in Essigsäure nicht löse, dagegen die aus Eiweiß und schwefelsaurem Kupferoxyd bestehende Verbindung

in Essigsäure löslich sey. Das Albuminkupferoxyd löst sich in verdünnten Säuren und mit rother Farbe in kaustischen Alkalien. Es besteht aus 10 Atomen Protein auf 1 Atom Oxyd (Mulder).

Sublimat wird durch frisches Eiweiß vollständig gefällt. Der Niederschlag ist in Essigsäure, in verdünnter Schwefelsäure und in Kali löslich; seine essigsaure Lösung wird von Kaliumeisencyanür gelblich, von Kaliumeisencyanid grün gefällt. Auch der Niederschlag durch Sublimat ist nach Mulder nicht, wie Lassaigne glaubte, eine Verbindung von Sublimat und Eiweiß, sondern besteht aus Albuminquecksilberoxyd und salzsaurem Albumin, welches letztere abgewaschen werden kann. Das Albuminat des Quecksilberoxyds enthält nach Elsner[1] 10,278—11,192 Quecksilberoxyd auf 89,722—88,808 Albumin. Das Albuminat von Blei ist weiß; der Niederschlag von Bleiessig löst sich in einem Ueberschusse von Bleiessig und von Eiweiß. Die Verbindungen des Albumins mit Metalloxyden enthalten noch Schwefel und Phosphor.

Wie bereits erwähnt, nimmt Mitscherlich auch Verbindungen des Albumins mit Salzen an. Die Kupferverbindung, hellblaugrün, nach dem Trocknen dunkler, enthalte 5,8—6,8 neutrales schwefelsaures Kupfer und 94,2—93,2 Albumin; in einer Verbindung mit Silbersalz fand er 8,79 neutr. schwefelsaures Silberoxyd und 91,21 Eiweiß; die Eisensalzverbindung bestand aus 6,9 neutr. schwefelsaurem Eisenoxyd und 93,1 Eiweiß. Sie ist gelbroth und wird beim Trocknen braun.

Eine Anzahl von Reactionsversuchen mit Eiweiß giebt Valentin a. a. O. und Pappenheim, Verdauung. S. 37 ff.

2. Fibrin.

Fibrin, Faserstoff, kommt vor in der Lymphe, im Chylus und Blute und in manchen Flüssigkeiten, welche direct aus den Blutgefäßen ausgetreten sind, namentlich im Serum seröser Höhlen (Hewson), in entzündlichen Exsudationen, selten in hydropischen Flüssigkeiten[2] und im Urin[3]. Der Hauptbestandtheil der

[1] Poggend. Ann. XLVII. 609.

[2] Mateer in *Edinb. med. and surg. Journ.* 1837. *Jan.* p. 74. A. Nogues in Müll. Arch. 1838. S. 95.

[3] H. Nasse in F. und H. Nasse, Unters. I, 207.

Muskeln ist geronnener Faserstoff; im Blute ist er aufgelöst, scheidet sich aber sehr bald nach dem Tode durch freiwillige Gerinnung ab.

Es giebt kein anderes Mittel, flüssiges Eiweiß von flüssigem Faserstoffe zu unterscheiden, als eben die freiwillige Gerinnung des letzteren. Eine Flüssigkeit, die nicht gerinnt, enthält also keinen Faserstoff. Das Blut von asphyktisch Gestorbenen, von zu Tode gejagten Thieren, von Vergifteten, auch das Blut derjenigen Individuen, welche bei übrigens vollständiger Gesundheit nach leichten Verwundungen zu Tode bluten, der sogenannten Bluter, gerinnt nicht, ist also faserstofflos. Unrichtig pflegt man zu sagen, daß in den genannten Fällen der Faserstoff nicht gerinne.

Wenn das Blut aus dem Organismus entfernt ist, so coagulirt es ebensowohl in der Wärme, wie in der Kälte, an der Luft, wie im luftleeren Raume [1] und in verschiedenen Gasarten [2], in der Ruhe, wie in Bewegung. Das Blut wird erst gallertartig, zieht sich dann nach und nach zusammen und treibt die Flüssigkeit aus, während die Blutkörperchen mit dem Faserstoffe verbunden bleiben. Die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes erfolgt bald schneller, bald langsamer und, wie es scheint, im Allgemeinen um so schneller, je mehr Faserstoff es enthält. Die mittlere Zeit der Gerinnung beim Menschen ist 3—7 Minuten [3]. Bei Thieren, welche man verbluten läßt, gerinnt die letzte Tasse Blut schneller, als die früheren [4]; in der Wärme erfolgt die Gerinnung schneller [5]. Wenn das Blut, unmittelbar nachdem es aus der Ader gelassen ist, durch Kälte fest wird, so ist der Faserstoff beim Aufthauen noch flüssig und gerinnt später [6]. Auf die Zeit, binnen welcher die Gerinnung eintritt, scheint die Luft allerdings Einfluß zu haben und die Gerinnung wird durch Abschließen der Luft verzögert. Zuweilen erhält sich der Faserstoff im Körper flüssig und gerinnt

1 Scudamore, Vers. über d. Blut. A. d. E. Würzb. 1826. S. 20. Tiedemann, Gmelin u. Mitscherlich, in Ztschr. für Physiol. V, 1.

2 Schröder v. d. Kolk, Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam. Groning. 1820. p 81.

3 Vgl. über die Zeit und den Modus der Gerinnung H. Nasse, d. Blut. S. 25.

4 *Hewson*, *exper. inq.* I, 62.

5 Ebendas. I, 3.

6 Die Beobachtungen sind gesammelt bei H. Nasse, a. a. O. S. 193.

erst längere Zeit nach dem Tode, wenn das Blut aus der Ader gelassen wird[1]. Auch in Darmstücken kann das Blut lange flüssig bleiben, wenn es unmittelbar aus der Vene in dieselben geleitet wird, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen[2]. Das Coagulum des in dem Darmstück geronnenen Blutes betrug 11,9 Procent, das Coagulum einer Portion desselben Blutes, an der Luft geronnen, 15,2 Procent. Ausgetretenes und innerhalb des lebenden Körpers ruhendes Blut gerinnt oft, oft auch nicht. In einer Vene zwischen zwei Ligaturen zeigen sich schon nach 10 Minuten kleine Flocken, nach 3 Stunden ist die Gerinnung vollkommen, bei Zutritt der Luft früher[3].

Die Ursache, warum das außer Circulation gesetzte Blut gerinnt, ist nicht bekannt. Man betrachtet die Gerinnung als den letzten Lebensact, als das Sterben des Blutes, gewiß mit Unrecht, denn der in Höhlen ergossene, geronnene Faserstoff ist lebens- und bildungsfähig. Vielleicht käme man der Lösung des Problems näher, wenn man fragte, warum der Faserstoff im kreisenden Blut nicht gerinnt. Wenn es einmal die Eigenschaft des Faserstoffes ist, spontan zu gerinnen, wie es Eigenschaft des Eiweißstoffes ist, in der Wärme zu gerinnen, so kann die Gerinnung des Blutes im lebenden Körper nur dadurch verhindert werden, daß der gerinnbare Bestandtheil immer wieder zersetzt oder abgeschieden wird. Der Theil des Blutwassers, welcher außerhalb des Körpers gerinnt, würde innerhalb des Körpers im nächsten Augenblicke entfernt worden seyn. Man könnte den Faserstoff im Blute mit dem Harnstoffe vergleichen, welcher immerfort gebildet und doch im circulirenden Blute nie gefunden wird, weil ihn die Nieren immer abscheiden. Welche Organe Faserstoff abscheiden, ist freilich noch zu ermitteln. Möglich ist es, daß er zur Ernährung der Muskeln verwandt wird.

Hewson[4] beobachtete zuerst, daß mehrere Neutralsalze die Gerinnung des Blutes und somit auch des Faserstoffes verhindern,

[1] Hewson, *exp. inq.* II, 110. *Leuret et Lassaigne, rech. phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris* 1825. p. 165. H. Nasse in F. u. H. Nasse, Unters. I, 472.

[2] C. H. Schultz, med. Vereinszeitg. 1835. No. 10.

[3] Hewson, a. a. O. I, 18. 20. 22.

[4] A. a. O. I, 11.

die alsdann bei Zusatz von Wasser eintritt. Seine Versuche wurden häufig wiederholt und ähnliche Untersuchungen über den Einfluß chemischer Agentien auf die Gerinnung von J. Müller, C. H. Schultz, H. Nasse, am zahlreichsten von Magendie[1] und Hamburger[2] angestellt. Hamburger ist dabei am gründlichsten zu Werke gegangen und hat namentlich die Vorsicht gebraucht, bei jedem Versuche zugleich Blut desselben Thieres oder derselben Aderlässe rein und mit Wasser vermischt hinzustellen, um mit diesem das Blut zu vergleichen, welches mit differenten Substanzen behandelt worden war. Concentrirte Mineralsäuren und viele Metallsalze coaguliren das Blut augenblicklich, schon wegen ihrer Wirkung auf den Eiweißstoff, verdünnte Schwefel-, Salpeter-, Salz- und Phosphorsäure und verdünnte arsenige Säure verhindern die Gerinnung; ebenso wirkt eine verdünnte Alaunlösung. Die vegetabilischen Säuren, Essig-, Citronen-, Klee- und Weinsteinsäure, sowie Cremor tartari und saures oxalsaures Kali, verhindern sowohl in concentrirten, wie in verdünnten Lösungen die Coagulation des Blutes; auf dieselbe Weise verhalten sich die kaustischen Alkalien; Kali- und Natronhydrat erhalten, ein Theil auf 1000 Theile Blut, den Faserstoff flüssig (Prévost u. Dumas). Die kohlensauren, essigsauren und salzsauren Alkalien hindern die Gerinnung des Blutes. Schwefelsaure Alkalien, weinsteinsaure Salze, Borax und phosphorsaures Natron, concentrirt angewandt, wirken ebenso, in diluirten Lösungen dagegen beschleunigen sie die Coagulation. Durch Kali und Ammonium hydrothionicum bleibt der Faserstoff flüssig, ebenso durch Kali nitricum und hydriodicum. Unter den Metallsalzen wirkt schwefelsaures Kupfer- und Zinkoxyd, schwefelsaures Eisenoxydul, salzsaures Eisenoxyd, Cyaneisenkalium, essigsaures Blei- und Zinkoxyd und Brechweinstein der Gerinnung entgegen. Opiumlösung und Decoct. Nucis vomicae haben keinen Einfluß auf die Gerinnung; diese wurde aber rascher herbeigeführt durch essigsaures Morphium, salpetersaures Strychnin, durch ein concentrirtes Decoct von Digitalis und von Tabak, endlich durch Kirschlorbeerwasser (Hamburger). Concentrirte und verdünnte Lösungen von Stärkmehl, Gummi und Zucker scheinen ebenfalls

[1] *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie.* *T.* IV. *Paris.* 1838.

[2] Experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen primum. Berol. 1839. (Diss. inaug.).

raschere Gerinnung zu bewirken, ebenso frischer Urin. Frische Galle hebt die Gerinnung auf.

In den Muskeln ist der Faserstoff mit Gefäßhäuten, Blut, Bindegewebe gemischt. Der Faserstoff des Blutes und der Lymphe schließt beim Gerinnen farblose und farbige Kügelchen ein. Rein von diesen Beimischungen erhält man ihn aus dem Blute auf verschiedene Weise. Bei gewissen krankhaften Veränderungen des Blutes, bei Schwangeren und bei vielen Thieren fangen die Kügelchen, die specifisch schwerer sind, als das Serum, schon vor der Gerinnung an, sich unter das Niveau der Flüssigkeit zu senken[1]. Der obere gerinnende Theil schließt alsdann keine oder nur sehr wenig Kügelchen ein, ist weiß und bildet die sogenannte Speckhaut, welche zum großen Theil aus Faserstoff besteht, mit Serum, welches ausgewaschen werden kann, und Fett. Künstlich kann man die Gerinnung des Blutes auf mannichfache Art verlangsamen und dadurch Senken der Blutkörperchen und Bildung einer Speckhaut veranlassen. Wenn durch Salze die Gerinnung aufgehalten worden ist und die Blutkörperchen sich gesenkt haben, so gerinnt die abgeschöpfte, farblose Flüssigkeit bei Zusatz von Wasser[2]. Das in einer Vene zwischen zwei Ligaturen stagnirende Blut gerinnt ebenfalls langsamer und scheidet sich noch vor der Gerinnung in ein rothes Sediment und eine darüber stehende Flüssigkeit, welche herausgelassen gerinnt[3]. Die Körperchen im Froschblute sind so groß, daß sie durch Filtration von dem flüssigen Theile des Blutes getrennt werden können; dieser läuft, wenn man das Blut mit Zuckerwasser verdünnt hat, als ein farbloses, klares Serum durch das Filtrum und setzt bald ein wasserhelles Gerinnsel von reinem Faserstoffe ab (J. Müller). Aber auch Säugethierblut kann filtrirt werden, nachdem man mittelst einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron die Schleimigkeit des Blutwassers vermindert hat (Le Canu).

In größeren Massen gewinnt man den Faserstoff durch Auswaschen des Blutkuchens, wodurch indeß die Blutkörperchen nur entfärbt, nicht ganz entfernt werden, besser daher durch Schlagen

[1] Die Ursache dieser Erscheinung kann erst nach der Beschreibung der Blutkörperchen erläutert werden.

[2] Hewson, a. a. O. I, 12.

[3] Ebendas. I, 35.

des Blutes. Das Faserstoffcoagulum hängt sich an den Stab; es wird in destillirtem Wasser gewaschen, bis es weiß ist und das Wasser rein abläuft, dann getrocknet und mittelst Aether vom Fett befreit.

Der geronnene Faserstoff ist anfangs wasserhell, ohne Körnchen oder Fasern; nach einiger Zeit zieht er sich zusammen und wird faserig. Die Fasern sind netzförmig verflochten, sehr fein, rauh, dehnbar; wenn sie zerreißen, schnurren sie zu einem Klümpchen zusammen; sie lassen sich zerdrücken [1].

Die elementare Zusammensetzung des Faserstoffes ist von Michaelis, Mulder, Vogel und Hünefeld [2] untersucht worden mit nicht vollkommen übereinstimmenden Resultaten. Es fanden

	Michaelis.		Mulder.	J. Vogel.	Hünefeld.	
	Arteriell.	venös.			vom Hammel.	vom Ochsen.
Stickstoff	17,587	17,267	15,72	18,120		
Kohlenstoff	54,374	50,440	54,56	52,406	55,80	54,49
Wasserstoff	7,254	8,228	6,90	7,094		
Sauerstoff	23,785	24,065	22,13	17,720	26,12	25,87
		Phosphor	0,33	Asche 2,600		
		Schwefel	0,86			

Nach Mulder besteht Fibrin aus $(N_{100}\,C_{400}\,H_{620}\,O_{120}) + Ph.S$, oder aus 10 Atomen Protein nebst einem Atom Phosphor und einem Atom Schwefel; außerdem enthält es phosphorsauren Kalk, dessen Phosphorgehalt dem freien Phosphor gleich kommt. Nach vollständiger Verbrennung erhielt Mulder 0,77 Proc. Asche. Das Fibrin gleicht also nach Mulder in seiner Zusammensetzung vollkommen dem Eiereiweiß und unterscheidet sich vom Eiweiß des Blutes nur durch den Mangel eines Atoms Schwefel. Sein Atomgewicht beträgt 55692,61. J. Vogel fand im Faserstoffe des Ochsenblutes constant etwas mehr Stickstoff, als im Eiweiß der Hühnereier

Ueber die Eigenschaften des frischen Faserstoffes hat J. Müller [3] einige Versuche angestellt, indem er das auf dem Filtrum von den Froschblutkörperchen ablaufende Blutwasser in einem Uhrglase mit verschiedenen Reagentien auffing. Wenn aufgelöster Faserstoff in

1 So beschreibt sie auch Lauth, *l'Institut*. 1834. No. 70.

2 Chemismus in d. thier. Organisation. S. 151.

3 Physiol. I, 131.

Essigsäure fällt, so gerinnt er nicht, auch nicht in Kochsalzlösung und in Lösungen der anderen Neutralsalze, welche, dem Blute zugesetzt, die Gerinnung verhindern. In Liq. Ammonii erfolgt keine Gerinnung, in Liq. Kali caustici gerinnt der Faserstoff in kleinen Flocken, ebenso in Schwefeläther, und er unterscheidet sich durch diese Eigenschaft vom Eiweiß des Serum, während das Eiereiweiß in Aether ebenfalls gerinnt.

Der geronnene Faserstoff verhält sich wie geronnenes Albumin. Er ist geschmack- und geruchlos, schmuzigweiß, durchscheinend, elastisch, in kaltem Wasser, Weingeist und Aether unlöslich. Getrocknet wird er gelblich, hart, spröde, faserig. Das specifische Gewicht des frischen Fibrins beträgt 1,051, des trocknen 1,148 (Schübler und Kapff). Nach vierzigstündigem Kochen lösen sich im Wasser 20 Procent. Die Lösung enthält ähnliche Stoffe, wie die, welche von Albumin erhalten werden; von 100 Theilen der gelösten Substanz fand Mulder 40,7 in Alkohol und die übrigen nur in Wasser löslich. Die im Wasser aufgelöste Substanz hat einen angenehmen Fleischbrühgeschmack. Mulder vergleicht sie mit der Modification des Leimes, welcher, nachdem er lange aufgelöst gewesen ist, die Fähigkeit zu gelatiniren verloren hat. Was sich durch Kochen in Wasser nicht löst, ist unverändertes Fibrin. Nach mehrmaligem Kochen scheint sich indeß auch das Fibrin zu verändern; es wird in Ammoniak und Essigsäure unlöslich (Berzelius). Im papinianischen Topfe bei 100—200° gekocht, löst sich Faserstoff vollständig. In der Lösung entstand durch Alkohol und Bleiessig keine Fällung, wohl aber durch Alaun, salpetersaures Quecksilberoxydul und Gerbstoff (Vogel). Bei der Fäulniß soll sich nach F. Simon der Faserstoff in Albumin und Käsestoff umwandeln.

Mit Säuren, Basen und Salzen geht Fibrin ähnliche Verbindungen ein, wie Albumin. Es löst sich völlig durch Maceration in Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren, in kaustischen und kohlensauren Alkalien, auch in Salmiak, Salpeter, Glaubersalz[1]. Seine Lösung bildet eine schleimige Flüssigkeit gleich dem Blutwasser, welche, wie eine Lösung von frischem Eiweiß, in der Hitze coagulirt. Sie unterscheidet sich aber von der Albuminlösung dadurch,

[1] Scheidemantel, Beiträge zur Arzneikunde. Leipz. 1797. II, 330. Denis essai. p. 71.

daß der Faserstoff durch Zusatz von Wasser aus seiner Verbindung mit den Neutralsalzen unverändert erhalten wird (Denis). Uebrigens giebt es vom Fibrin ebenfalls mikrolytische und makrolytische Lösungen und Fällungen; daher über seine Löslichkeit in Säuren dieselben Controversen, wie beim Albumin. Aus der essigsauren Verbindung wird Fibrin durch andere Säuren gefällt; der Niederschlag ist eine neutrale Verbindung von Fibrin mit der zugesetzten Säure. Mit concentrirter Schwefelsäure bildet es eine der Proteinschwefelsäure entsprechende Verbindung, indeß soll sich nach Berzelius die Verbindung des Fibrins mit Schwefelsäure in reinem Wasser vollständig lösen, was bei der Proteinschwefelsäure nicht der Fall ist.

Durch Verbindung des Faserstoffes mit Basen entstehen Fibrate, welche den Albuminaten entsprechen. Wird er mit Kali zusammengebracht, so bilden sich Fibrinkali, phosphorsaures Kali und Schwefelkalium. Fibrin sättigt die basischen Eigenschaften des Kali vollkommen. Die Lösung gerinnt nicht durch Kochen, wohl aber durch Weingeist und Säuren.

In allen chemischen Beziehungen stimmt Muskelfleisch mit geronnenem Faserstoffe überein.

Der merkwürdigste chemische Unterschied zwischen geronnenem Fibrin und Albumin beruht in ihrem Verhalten gegen Wasserstoffsuperoxyd. Fibrin, in feuchtem Zustande damit übergossen, entwickelt aus demselben Sauerstoff und verwandelt das Superoxyd in Wasser, ohne sich dabei selbst zu verändern. Diese Eigenschaft haben außer dem Fibrin noch viele andere organische Stoffe, dem geronnenen Eiweiß aber fehlt sie. Ferner werden als unterscheidende Merkmale zwischen Faserstoff und Eiweißstoff angeführt die ungleichen Quantitäten extractartiger Materien, die aus beiden durch anhaltendes Kochen gewonnen werden, die Färbung durch Salzsäure, welche beim Fibrin indigblau, beim Albumin violett erscheint (Mulder), die Auflösung in Ammoniak, welche bei geronnenem Eiweiß langsamer vor sich gehen soll, als bei geronnenem Faserstoff (Hünefeld).

3. Casein.

Casein, Käsestoff, findet sich am reichlichsten in der Milch der Säugethiere, ferner im Blute, in dem Speichel, der Galle und

im pankreatischen Safte, nach Simon auch in der Krystalllinse; ferner im Eiter, im Tuberkelstoff. Löwig sah ihn in großer Menge in einer milchartigen Flüssigkeit, die sich im Scrotum eines Mannes vorgefunden hatte.

Man vermischt, um das Casein darzustellen, die abgerahmte Milch mit verdünnter Schwefelsäure, worauf eine Verbindung von Schwefelsäure und Casein in Gestalt eines weißen Coagulum niederfällt. Der ausgewaschene Niederschlag wird mit kohlensaurem Kalk oder Baryt digerirt; es fällt schwefelsaurer Kalk oder Baryt nieder, das Casein bleibt gelöst und wird durch Filtriren vom Erdsalze und dem Butterfett abgesondert. Die Lösung kann durch ein wenig mit dem Casein verbundene Kalk- oder Baryterde verunreinigt seyn. Man wendet daher besser kohlensaures Bleioxyd an und scheidet dann das aufgelöste Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff ab. Eine andere Methode ist folgende: Abgerahmte Milch wird mit Alkohol gefällt, der Niederschlag mit Spiritus gewaschen, die ausgepreßte Masse mit Aether geschüttelt und dann in warmem Wasser gelöst. Auf diese Art hat F. Simon den Käsestoff aus der menschlichen Milch dargestellt. Mulder fällt abgerahmte Milch mit Essigsäure, weicht den Niederschlag in reinem Wasser auf, preßt ihn mehrmals aus und befreit ihn dann durch kochenden Alkohol vom Fett.

Die Lösung des Caseins in Wasser ist blaßgelb und etwas schleimig. Beim Verdunsten riecht sie nach Milch und überzieht sich mit einer weißen Haut, die sich abziehen läßt und nach dem Abziehen immer wieder von Neuem entsteht. Das getrocknete Casein ist eine bernsteingelbe leicht zerreibliche Masse, welche Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, im Wasser wieder löslich, jedoch schwierig; mit Alkohol übergossen wird es undurchsichtig und gleicht geronnenem Eiweiß. Alkohol zieht dabei Wasser aus und löst auch eine geringe Menge Casein auf, kochender mehr, als kalter. Aus der Alkohollösung wird das Casein unverändert wieder erhalten.

Das Casein hat viele Aehnlichkeit mit Eiweiß- und Faserstoff und gleicht diesen beiden auch darin, daß es gerinnen, d. h. ohne Veränderung seiner Zusammensetzung sich so umwandeln kann, daß es in Wasser nicht mehr auflösbar ist. Die Mittel, welche Gerinnung bewirken, sind:

1. Wärme; aber die Coagulation durch Wärme erfolgt auf eine andere Art, als beim Eiweiß. Die Haut, welche sich auf der

Milch beim Abdampfen bildet, ist geronnenes Casein; außerdem geht noch ein anderer Theil der Flüssigkeit in den geronnenen Zustand über, denn, wenn man die sich bildende Haut fortwährend abnimmt, so löst sich der Rückstand nach dem Trocknen doch nicht mehr vollständig auf.

2. Alkohol. Er fällt die concentrirte Caseinlösung, sowie die Milch selbst in weißen Flocken. Die Flocken sind bald in Wasser löslich, bald nicht, und es scheint auf den Grad der Stärke und die Menge des Alkohols anzukommen, wie auch Eiweiß, durch verdünnten Alkohol gefällt, seine Löslichkeit nicht verliert. Aether wirkt nicht auf Käsestoff; nur Hünefeld[1] behauptet, daß er ihn zum Gerinnen bringe.

3. Säuren, namentlich Milchsäure. Sie bildet sich freiwillig aus dem Milchzucker beim Sauerwerden der Milch, daher die Milch freiwillig gerinnt. Viele andere Stoffe fällen den Käsestoff ebenso wie Eiweiß, indem sie damit unlösliche Verbindungen bilden. Am auffallendsten ist dies der Fall bei basisch essigsaurem Blei, Alaun und Gerbsäure. Auch Essigsäure im Minimum erzeugt einen Niederschlag, der sich aber in überschüssiger Säure sogleich wieder löst. Chromsäure bewirkt eine sehr starke gelbe Fällung (Hünefeld).

4. Der Labmagen junger Thiere, Kälbermagen, auch der Magen von Kindern[2]. Auf welche Weise der Magen Gerinnung bewirkt, ist noch nicht erklärt. Berzelius brachte mit einem Theil Lab 1800 Theile Milch zum Gerinnen und fand, daß nach der Operation das Stück Lab nur 0,06 an Gewicht verloren hatte. Er schließt daraus, daß weder die Säure des Labs noch sonst ein Bestandtheil desselben durch Verbindung mit dem Käsestoffe die Gerinnung bewirkt haben könne. Daß weder die Säure, noch die Salze des Labs an der Gerinnung schuld seyen, beweist auch Schwann[3]. Es ist möglich, daß der Labmagen nur mittelbar auf den Käsestoff wirkt, durch Verwandlung des Milchzuckers in Säure. Denn eine reine Caseinlösung gerinnt nicht von Lab, wenigstens nicht so vollkommen (Simon). Auch wird durch Zusatz von kaustischem Kali oder Ammoniak in solcher Menge, daß die Milch alkalisch reagirt, die Coagulation des Caseins mittelst Lab verhindert. Man

[1] Chemismus in der thierischen Organisation. S. 156.

[2] F Simon, Müll. Arch. 1839. S. 1.

[3] Müll. Arch. 1836. S. 127.

Schwann soll indeß Neutralisation des Magensaftes mit kohlensaurem Kali bis zu schwach alkalischer Reaction seine Wirkung auf die Milch nicht hindern und es soll sich bei der Gerinnung der Milch durch Lab keine Säure bilden, dagegen werde durch Kochen dem Magensafte die Eigenschaft, Casein zu coaguliren, entzogen. Demnach hält Schwann das Pepsin für den Bestandtheil des Labs, welcher auch bei der Coagulation des Käsestoffes wirksam sey. Allein reines Pepsin, wie Wasmann es darstellte [1], wirkt nicht und mit Säuren versetztes Pepsin nicht schneller, als die Säuren allein. Es müßte in dem Magensafte saugender Thiere ein anderer, eigenthümlicher organischer Stoff oder doch eine Modification des Pepsins vorkommen. Der durch Lab geronnene Käse heißt süßer, der durch Milchsäure geronnene saurer Käse. Nach Löwig's Vermuthung ist dies milchsaurer Käsestoff. Vielleicht ist ein Theil Käsestoff schon in der frischen Milch geronnen. Es scheinen nämlich die später zu beschreibenden Schalen der Milchkügelchen aus unlöslichem Käsestoffe zu bestehen.

Bedeutende Verschiedenheiten in den Eigenschaften und Reactionen des Käsestoffes finden sich nicht nur, wenn man die Milch verschiedener Thiere vergleicht, sondern auch bei Individuen derselben Species. Menschenmilch wird durch Schwefelsäure, Milchsäure und Salzsäure wenig oder gar nicht gefällt, während diese Säuren sämmtlich in Kuhmilch starke Niederschläge hervorbringen. Von Essigsäure, Alaun entstehen in der menschlichen Milch bald Niederschläge, bald nicht.

Das geronnene Casein, getrocknet und mit Butter verunreinigt, bildet den Käse. In reinem Zustande ist es fest, durchscheinend, in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich, in der Hitze erweicht es, ohne zu schmelzen, läßt sich in Fäden ziehen und ist elastisch, wie Kautschuck. Stärker erhitzt schmilzt es und verbrennt mit Flamme.

Wenn der Käsestoff durch Lab gefällt worden ist, so schlägt Essigsäure in der Wärme noch einen Theil Käsestoff nieder, welcher sich vom gewöhnlichen Käsestoffe etwas abweichend verhält und von Schübler Zieger genannt worden ist. Nach Berzelius ist Zieger eine Verbindung von coagulirtem Casein mit Essigsäure.

Casein enthält nach Mulder in 100 Theilen:

1 De digestione. p. 24.

Stickstoff	15,95
Kohlenstoff	55,10
Wasserstoff	6,97
Sauerstoff	21,62
Schwefel	0,36

und an Atomen N_{100} C_{400} H_{620} O_{120} + S, was 10 Atomen Pr
tein mit einem Atom Schwefel entspricht. Außerdem sind demse
ben 6,24 Proc. phosphorsaurer Kalk beigemischt, was ebenfalls g
rade ein Atom ausmacht. Dies Salz scheint mit dem Casein i
einer löslichen Verbindung zu seyn, die beim Gerinnen unlösli
wird. Gewiß ist die bedeutende Menge Knochenerde in der Mil
für die Ernährung des Neugeborenen und für die Knochenbildun
von Wichtigkeit. Durch verdünnte Salzsäure kann dem Käsestof
die Kalkerde entzogen werden. Das Atomgewicht des Caseins i
= 55495,6.

In hoher Temperatur zersetzt, giebt Casein die gewöhnliche
Destillationsproducte stickstoffhaltiger Verbindungen. Bei der Fäu
niß desselben bildet sich eine Substanz, welche Prout Käseoxyl
Braconnot Aposepedin genannt haben, von welcher aber Mu
der nachwies, daß sie unreines Leucin sey, derselbe Stoff, welche
durch Einwirkung von Alkalien auf Protein gewonnen wird. Auße
dem entsteht essigsaures (milchsaures?) Ammoniak; die übrigen i
faulendem Käse gefundenen Substanzen sind Fettsäuren und ande
Zersetzungsproducte des Fettes.

Zu Säuren, Basen und Salzen verhält sich Käsestoff fast wi
Eiweißstoff. Durch die stärkeren Mineralsäuren und durch Kali wir
er auf dieselbe Weise zersetzt. Frisches (ungeronnenes) Casein bi
det mit verdünnten Säuren in Wasser lösliche Verbindungen, m
mehr Säure schwerlösliche Verbindungen, die durch Auswasche
löslich werden. Die löslichen Verbindungen werden von Cyaneisen
kalium gefällt. Die in Wasser unlöslichen Verbindungen löse
sich in Alkohol. Gegen Basen tritt der Käsestoff als Säure auf
die Verbindung desselben mit geringen Quantitäten von Erden
z. B. Kalk, ist in Wasser löslich; bei einem Ueberschusse der Bas
entsteht eine basische, in Wasser schwer lösliche Verbindung. Ver
bindungen des Caseins mit Kupfer- und Bleioxyd sind von F. Si
mon dargestellt worden. Quecksilberoxydcaseat besteht nach Els
ner aus 11,18 Quecksilberoxyd und 88,82 Käsestoff.

Alle Salze, welche frisches Albumin fällen, geben auch mi

Casein Niederschläge. Die Verbindungen, welche Metallsalze aus der Milch niederschlagen, hält E. G. Mitscherlich für Verbindungen des Käsestoffes mit den Salzen.

Geronnenes Casein wird mit concentrirter Essigsäure gelatinös und löst sich dann beim Erwärmen in Wasser auf. In verdünntem Kalihydrat ist es leicht löslich, in kaustischem Ammoniak nur langsam.

Wir schließen hieran eine Substanz, welche ebenfalls eine Proteinverbindung zu seyn scheint, aber noch weniger untersucht ist. Vielleicht ist sie nur eine Modification oder eine Verbindung eines der vorher beschriebenen Stoffe.

4. Pepsin.

Es wurde von Schwann im Magensafte entdeckt[1]. Wird gebildet und ist enthalten in den Zellen, welche die Wände der einfachen Magendrüsen bekleiden oder die soliden cylindrischen Drüsen des Magens zusammensetzen[2].

Von Eberle und nach ihm von Müller und Schwann wurde ein künstlicher Magensaft durch Digestion der Magenschleimhaut mit schwachen Säuren dargestellt und es wurde angenommen, daß das wirksame Princip mittelst der Säure aus dem Schleime gebildet werde. Wasmann[3] zog es aus der Schleimhaut des (Schweine-)Magens auf folgende Weise aus: die Schleimhaut wurde, wohl ausgewaschen, bei einer Wärme von 30—35° einige Stunden mit destillirtem Wasser digerirt, die Flüssigkeit abgegossen, und die zurückbleibende Membran mehrmals nach einander mit kaltem Wasser extrahirt; die klaren, farblosen und schleimigen Flüssigkeiten wurden filtrirt und gesammelt. Aus denselben wurde mittelst Blei-

[1] Müll. Archiv. 1836. S. 90.

[2] Eberle (Physiol. d. Verdauung. S. 78) sowie Purkinje u. Pappenheim (s. Valentin's Repert. S. 200) haben auch aus anderen Schleimhäuten (der Harnblase, Luftwege u. s. f.) den Stoff extrahirt, der mit kleinen Quantitäten Säure die baldige Auflösung von Eiweiß und Faserstoff, gleich dem Magensafte, bewirkt. Nach Schwann dagegen kann dieser Stoff allein aus der Schleimhaut des Magens gewonnen werden.

[3] De digestione. p. 16.

essig das Pepsin gefällt, der Niederschlag ausgewaschen und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Es fiel Schwefelblei nieder, die abfiltrirte Flüssigkeit war klar, farblos, sauer. Sie wurde zur Syrupsdicke abgedampft und mit Alkohol übergossen, welcher große Mengen einer weißen, flockigen Materie fällte, die getrocknet gelblich, gummiartig wurde und sich in Wasser wieder auflösen ließ.

Die Säure ist sehr fest an diesen Stoff gebunden und die saure Reaction verschwindet nicht, wenn man ihn wiederholt in Wasser auflöst und durch Alkohol niederschlägt. In erhöhter Temperatur oder mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, stößt er Dämpfe von Essigsäure aus. Der mit Bleiessig aus dem Magensafte gebildete Niederschlag ist also keine bloße Verbindung der thierischen Materie mit Bleioxyd, sondern enthält auch Essigsäure, die sich durch Waschen nicht entfernen läßt und, bei der Trennung des Bleies mittelst Schwefelwasserstoff, an Pepsin gebunden bleibt.

Die ausgezeichnetste Eigenschaft des Pepsins besteht darin, daß es in sehr verdünnter Lösung und mit geringen Quantitäten Säure versetzt, Eiweiß und Faserstoff bei einer mäßigen Wärme viel schneller auflöst, als die verdünnte Säure allein es vermöchte. Das rein dargestellte Pepsin löst, in Verbindung mit der nöthigen Menge Säure, in 60000 Theilen Wasser Eiweiß binnen 6—8 Stunden auf. Nach der Angabe von Eberle, welche Müller und Schwann bestätigen [1], wird zugleich das Eiweiß so umgewandelt, daß es durch die gewöhnlichen Reagentien nicht mehr niedergeschlagen wird, und geht in Osmazom und Speichelstoff über. Nach Wasmann erleidet das Eiweiß in Pepsinlösung keine anderen Veränderungen als in verdünnten Säuren; ob es überhaupt verändert werde, ist ihm noch zweifelhaft. Auch Berzelius giebt zwar die Umänderung zu, hält aber die Gegenwart der angegebenen Substanzen nicht für erwiesen. Geronnener Käsestoff, Knorpel und Bindegewebe werden in der sauren Pepsinlösung eben so schnell aufgelöst, als durch Kochen in verdünnten Säuren und viel schneller, als durch bloße Digestion mit den Säuren. Die Lösung der Knorpelsubstanz und des Bindegewebes verhält sich wie Leim. Dem Pepsin schreibt Schwann die Fähigkeit zu, Käsestoff zur Gerinnung zu bringen; es wurde bereits bei der Beschreibung dieses Stoffes angegeben

1 Müll. Arch. 1836. S. 40.
2 a. a. O. p. 28.

daß Pepsin aus dem Magen erwachsener Thiere diese Fähigkeit nicht besitzt. Der dem Pepsin bei saugenden Thieren entsprechende Stoff ist noch nicht untersucht.

In allen übrigen Beziehungen ist Pepsin dem Eiweißstoffe sehr ähnlich. Es gerinnt in der Hitze und verliert seine auflösende Kraft; ebenso durch Alkohol. Stärker erhitzt schwillt es auf, verbrennt mit Horngeruch und giebt eine schwer einzuäschernde Kohle. Die Asche enthält Kohlensäure, Phosphorsäure, Natron, Kalk und eine Spur von Eisen. Das alkoholische Präcipitat ist in Wasser schwer löslich, leichter in verdünnten Mineralsäuren und in Essigsäure. Der Alkohol zieht eine Materie aus, welche nach dem Verdunsten braun ist, an der Luft feucht wird, Lakmus röthet und sich in Wasser löst. Sie verdaut nicht. Aus der mikrolytischen sauren Pepsinlösung schlägt Alkohol eine Materie nieder, die sich in Wasser leicht löst, gut verdaut und von Säuren nicht mehr im Minimum, sondern nur im Maximum gefällt wird. Gerbsäure fällt das Pepsin dunkelbraungelb; aus dem Niederschlage läßt sich das Pepsin durch verdünnte Säuren wieder abscheiden[1]. Aus dem Magensafte wird das Pepsin durch kleine Mengen Mineralsäure gefällt, in größeren wieder aufgelöst und bei fortgesetztem Zusatze aufs Neue gefällt. Sowohl das mikrolytische als das makrolytische Präcipitat lösen sich in vielem Wasser, aber nur das mikrolytische besitzt die Kraft, Eiweiß aufzulösen. Das makrolytische Präcipitat von Salzsäure wird mit der Zeit blau. Essigsäure in kleiner Quantität erzeugt eine Fällung, welche sich in mehr Essigsäure wieder auflöst und dann bei fernerem Zusatze von Essigsäure gelöst bleibt. Aus der sauren Lösung wird weder das frische, noch das geronnene Pepsin von Kaliumeisencyanid niedergeschlagen; durch Sättigung der Säure mit Alkali wird es aus der sauren Lösung in Flocken gefällt. Der Niederschlag löst sich nicht in Wasser, schwer in Säuren und hat dann nur geringe Verdauungskraft. Galle, besonders Gallenharz, vernichtet nach Pappenheim[2] die Verdauungskraft des frischen Pepsins, vielleicht durch ihr freies Alkali.

Essigsaures Blei, schwefelsaures Eisen und Kupfer (?), Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul, Chlorzinn und viele andere Salze gehen mit dem Pepsin Verbindungen ein. Dasselbe

[1] Pappenheim, Verdauung. S. 34.
[2] a. a. O. S. 57.

fällt mit den Salzen nieder; in größeren Mengen des Reagens und in Säuren löst sich der Niederschlag wieder auf. Aus den Verbindungen mit Salzen kann das Pepsin unverändert und ohne Beeinträchtigung seiner verdauenden Kraft abgeschieden werden.

Was das Pepsin von Eiweiß unterscheidet, ist demnach seine auflösende Wirkung auf mehrere thierische Bestandtheile und ferner der Umstand, daß es aus den sauren Lösungen durch Cyaneisenkalium nicht gefällt wird.

Die folgenden Materien, welche in den chemischen Werken als nähere thierische Bestandtheile aufgeführt werden, bestehen aus mikroskopischen Elementartheilen, welche in einer Flüssigkeit suspendirt sind und durch Abdampfen der letzteren, zuweilen in Verbindung mit wirklich aufgelösten Stoffen, erhalten werden. Die Flüssigkeit ist meistens Blutplasma oder Serum; die eigenthümlichen Reactionen derselben rühren von dem Verhalten der beigemischten Körperchen her. Sind diese in geringer Menge in dem Fluidum vertheilt, so erscheint dasselbe wie eine klare Lösung, die selbst auf dem Filtrum nichts absetzt, wenn die Körperchen klein genug sind, um durch das Filtrum zu gehen. Sammeln diese sich in größerer Anzahl, so wird die sogenannte Lösung schleimig; nach dem Abdampfen nehmen sie sich wie ein formloser Rückstand aus; in der Ruhe senken sie sich zuweilen und bilden ein Sediment. Chemische Agentien, welche die Formelemente deutlich machen, indem sie die Häute oder den Inhalt der mikroskopischen Bläschen coaguliren, erzeugen in der scheinbaren Auflösung eine Trübung oder Fällung, welche sich wieder je nach der Natur der Körperchen verschieden verhält und von den Coagula wirklich aufgelöster Substanzen unterscheidet.

Ausführlich kann von diesen Materien erst bei der Beschreibung der Gewebe gehandelt werden. Man wird sie aber noch eine Zeit lang, bis die mikroskopischen Beobachtungen die Verbreitung und das Zutrauen gewonnen haben, welche sie verdienen, in den chemischen Werken beschreiben und aufsuchen und deshalb will auch ich sie hier in der Kürze erwähnen.

1. Globulin.

Durch Behandlung mit Wasser wird aus den Blutkörperchen der rothe Farbestoff ausgezogen; sie werden durchsichtig, quellen auf und scheinen sich im Wasser aufgelöst zu haben; um sie wieder zu erkennen, erfordert es eine sorgfältige Betrachtung oder Behandlung mit gewissen Säuren oder mit Jod, die sie undurchsichtig machen oder färben.

Nach dem Eindampfen nimmt Alkohol den extrahirten Farbestoff auf und läßt die Blutkörperchen zurück. Dieser Rückstand, der in Alkohol unlösliche Theil der Blutkörperchen ist es, welchen Berzelius mit dem Namen Globulin bezeichnet hat. Das Globulin enthält also die Hüllen der Blutkörperchen und denjenigen Theil ihres Inhaltes, welcher nach Extraction des Hämatins zurückbleibt, also auch die Kerne. Wenn man nach Le Canu's Methode die

Blutkörperchen mittelst Schwefelsäure abscheidet und dann das Hämatin mit Alkohol auszieht, so bleibt schwefelsaures Globulin zurück, ein farbloser Stoff, der nach dem Trocknen graulichweiß, hart und leicht zu pulverisiren ist, in Wasser dunkelgelb und durchscheinend wird und aufquillt, ohne sich zu lösen. Das salzsaure Globulin löst sich mit etwas Rückstand in Wasser. Globulin gehört nach Mulder zu den Proteinverbindungen. Die Analyse des schwefelsauren Globulins ergab:

Stickstoff	15,70
Kohlenstoff	54,11
Wasserstoff	7,17
Sauerstoff	20,52
Schwefelsäure	2,50

entsprechend ungefähr 4 Atomen Protein auf 1 Atom wasserfreier Schwefelsäure. Bei dem salzsauren Globulin erhielt Berzelius 1,2 Proc. Asche, bestehend aus phosphorsaurem Kalk und Spuren von Eisenoxyd. Le Canu hält Globulin und Albumin für identisch und auch Berzelius vermuthet, daß beide eine gleiche Zusammensetzung haben mögen. Sie unterscheiden sich aber im frischen Zustande dadurch, daß Globulin in einer salzhaltigen Flüssigkeit, welche Eiweiß aufgelöst enthält, unlöslich ist und daß das Coagulum des Globulins nicht Flocken, sondern eine, vom geronnenen Eiweiß ganz verschiedene, körnige Masse bildet. Beide Eigenthümlichkeiten erklären sich aus der Gegenwart der Hüllen, in welchen die Eiweißtheilchen eingeschlossen sind, und es wird dadurch wahrscheinlich, daß Globulin in der That nichts sey, als Eiweiß nebst den Membranen (und Kernen), der Blutkörperchen.

Aus demselben Stoffe besteht nach Berzelius auch die Krystalllinse; sie gerinnt unter ähnlichen Umständen, wie das Globulin aus dem Blutroth, aber ebenfalls nicht zu einer zusammenhängenden, sondern zu einer körnigen Masse, weil auch hier die gerinnbare Flüssigkeit in häutigen Röhren und Bläschen eingeschlossen ist. Nach Mulder enthält die proteinartige Substanz der Krystalllinse nicht Phosphor, sondern Phosphorsäure, und den Schwefel in geringerer Menge, als Fibrin, Casein und Albumin, nämlich 1 Atom auf 15 Atome Protein.

Simon hält das, was Berzelius Globulin nennt, für Käsestoff; er hat aber offenbar eine ganz andere Materie vor sich, denn er zieht sie mit Alkohol aus, welcher das Globulin nicht löst. Frisches, geschlagenes Blut wurde eingedampft, mit Aether ausgezogen, dann mit Alkohol ausgekocht. Aus den spirituösen Extracten schlugen sich beim Erkalten rothe Flocken nieder; sie wurden mit Alkohol von 0,845 übergossen, dem auf die Unze etwa 6–8 Tropfen verdünnte Schwefelsäure zugesetzt waren, und gekocht, bis sich eine dunkelrothe Lösung gebildet hatte. Die Lösung schied beim Erkalten eine Substanz ab, welche Simon für schwefelsaures Casein erklärt. Allerdings verhielt sie sich in vielen Beziehungen wie Casein, allein es ist keineswegs gewiß, daß sie von den Blutkörperchen herrührte. Daß sie Käsestoff sey, sucht Simon auch aus ihrem Verhalten gegen Lab zu beweisen. Er brachte Blut durch Lab zum Gerinnen, aber er experimentirte mit geschlagenem Blute, nicht

mit Globulin, und so lehrt auch dieser Versuch nur, daß, wie bekannt, Käse-stoff im Blute vorkommt, nicht aber, daß die Blutkörperchen aus Käsestoff bestehen.

2. Spermatin.

Vauquelin und John haben in der Samenflüssigkeit eine eigene extractartige Materie gefunden und Berzelius charakterisirt dieselbe folgendermaßen: sie ist nicht im Samen aufgelöst, sondern wie Schleim darin aufgequollen; vom Schleim unterscheidet sie sich dadurch, daß sie einige Zeit nach Ausleerung des Samens aus unbekannten Gründen sich in dem Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, welche durch Kochen nicht mehr gerinnt. Durch diese Eigenschaft unterscheide sie sich von allen übrigen thierischen Stoffen. Nach der Verdunstung zur Trockne ist die vorher in Wasser gelöste Materie unlöslich geworden. Feine Flocken bleiben in der wässerigen Lösung suspendirt und senken sich nur langsam zu Boden. Diese Flocken sind auch in Essigsäure unlöslich. Wenn der Samen im Ergießungsaugenblick in Alkohol fällt und darin einige Minuten gelassen wird, so wird er opalisirend, und bildet ein Coagulum, welches wie zusammengewickelter Bindfaden aussieht; die fadenartig coagulirte Materie besteht hauptsächlich aus jenem charakteristischen Bestandtheil. Durch das Gerinnen hat er seine Eigenschaft, in den löslichen Zustand überzugehen, verloren; beim Trocknen bleibt er faserig, wie zuvor, schneeweiß und undurchsichtig.

Das Coagulum giebt an kaltes und kochendes Wasser ähnliche Materie ab, wie geronnenes Eiweiß, es löst sich in starken Säuren und Alkalien und in Essigsäure. Die Lösung wird von Gerbestoff, Cyaneisenkalium, kurz von allen den Mitteln gefällt, welche Albumin fällen.

Die Substanz, welche zu diesen Untersuchungen benutzt wurde, ist ein sehr gemischter Körper, aus dem Contentum der Hoden, der Samenblasen, der Prostata, der Cowper'schen Drüsen und der Harnröhre zusammengesetzt. Sie enthält die Epitheliumplättchen der Harnröhre, Schleimkörperchen und Samenthierchen als feste Bestandtheile, in einer Flüssigkeit suspendirt. Eine Analyse, welche dies Alles ungetrennt in Betracht zieht, kann daher keinen Werth haben. Einige der Reactionen erklären sich schon aus der Gegenwart der mikroskopischen Elemente. Die eiweißartige Materie eigenthümlicher Art, welche anfangs wie Schleim aufgequollen ist und sich dann von selbst auflösen soll, könnte leicht bloßer Faserstoff seyn. Der frische Samen bildet, wie auch aus den oben mitgetheilten Beobachtungen hervorgeht, einen gallertartigen Strang von der Form der Canäle, durch welche der Samen geht. Angenommen das Vehikel dieses Stranges sey ein faserstoffreiches Blutwasser, so würde nach einigem Verweilen außer dem Körper der Faserstoff sich zusammenziehen, das Serum austreiben und ein feines, häutiges oder faseriges, leicht zerfallendes Gerinnsel geben, das sich in der Flüssigkeit zertheilen und wie aufgelöst erscheinen würde. Alkohol muß dies Zerfallen verhindern, indem er zugleich den Eiweißstoff mit gerinnen macht. Daß die Masse durch Kochen zwar gerinnen, aber sich nicht mehr in der Weise, wie früher, zusammenfügen würde, ver-

löst sich von selbst. Die in Essigsäure unlöslichen Flocken sind vielleicht Epithelium.

3. Schleim.

Unter Schleim verstand man bisher alle Auswurfsstoffe, welche von der Oberfläche der Schleimhäute und aus den auf Schleimhäuten mündenden Drüsen stammen, insofern die Absonderungsproducte der letzteren nicht durch einen specifischen Stoff sich auszeichnen, wie Speichel, Galle, Harn u. s. f.

Unter dieser Bezeichnung sind drei, ihrem Ursprunge, ihrer physiologischen Bedeutung und ihrer Zusammensetzung nach verschiedene Materien zusammengeworfen, und zwar:

1. Die abgestoßene Oberhaut der Schleimhäute. Wie auf der äußeren Haut, so werden auch auf mehreren Schleimhäuten die oberen Schichten der Oberhaut beständig abgeschuppt und durch nachwachsende ersetzt. Die abgeschuppten Schichten bedecken als ein leicht abstreifbarer Ueberzug die Schleimhautfläche und werden durch die wässerigen Secrete der Schleimdrüsen und auf manche andere, mehr zufällige Weise weggeschwemmt. Dieser Häutungsproceß kann an einzelnen Stellen krankhaft vermehrt seyn oder es können durch Exsudation unter die Oberhaut größere Massen abgestoßen werden.

2. Eiter, die mit einer größeren oder geringeren Menge eigenthümlicher Körnchen gemischte Flüssigkeit, welche sich in Reizungs- und Entzündungszuständen der Schleimhäute auf ihrer Oberfläche, unter der Oberhaut bildet. Eiter ist der Ausfluß beim Schnupfen, Katarrh, Tripper, weißen Fluß und bei manchen sogenannten schleimigen und wässerigen Diarrhöen.

3. Das flüssige Secret der Schleimdrüsen, der eigentliche Schleim oder Schleimsaft, welcher für die Schleimhäute das ist, was der Schweiß für die äußere Haut. Eine geringe Zahl der später zu beschreibenden Schleim- oder Eiterkörperchen ist auch dieser Flüssigkeit beigemengt.

Von jeder dieser drei Materien giebt es wieder mancherlei Arten, die auch chemische Differenzen zeigen. Wo die Oberhaut mehrere Schichten bildet, lösen sich die Zellen der oberen Schichten nicht in Essigsäure, die der tieferen Schichten sind in Essigsäure löslich und so auch diejenigen feinen Oberhäute, deren Zellen nur eine einfache Lage bilden. Der Eiter ist mehr oder weniger fetthaltig, er ist verschieden, je nachdem er durch einfache oder durch dyskrasische Entzündung gebildet wird. Endlich kann auch der Schleimsaft verschiedener Regionen ganz verschiedene Eigenschaften haben.

Die bis jetzt vorhandenen chemischen Untersuchungen beziehen sich entweder auf eiterige Secrete, z. B. den Schleim, der aus der Nase oder den Lungen kommt, oder auf Epithelium; von der letzteren Art ist der Schleim, welcher dem Speichel, der Galle, dem Koth und Urin beigemischt ist. In allen diesen Fällen hat man also 1. eine Flüssigkeit von sehr verschiedener chemischer Constitution und 2. die in derselben suspendirten mikroskopischen Elemente des Eiters oder der Oberhaut, welche auf dem Filtrum zurückbleiben. Dieser Rückstand, ausgewaschen und getrocknet, stellt eine durchscheinende und spröde Masse dar, die man als Mucus im reinen Zustande ansieht. Sie löst sich nicht in

kaltem und kochendem Wasser, hat aber das Vermögen, darin aufzuquellen, weil die Bläschen, aus denen sie besteht, Wasser anziehen und sich damit ausdehnen. Wasser, Essigsäure ziehen daraus geringe Mengen von löslichen Substanzen, welche sich den Bestandtheilen des Blutwassers ähnlich verhalten, von Gerbestoff und Cyaneisenkalium gefällt werden. Starke Säuren und kaustisches Kali lösen den Schleim auf, Weingeist und Gerbestoff verdichten ihn. Diese und andere Reactionen beruhen auf der Wirkung der genannten Stoffe auf die Zellenhäute, von welchen später die Rede seyn wird. Berzelius hat eine Analyse des flüssigen Nasenschleimes gegeben, wonach derselbe besteht aus:

einem eigenthümlichen Schleime	5,33
Extract, löslich in Alkohol und milchsaurem Alkali	0,30
Chlorkalium und Chlornatrium	0,56
Wasserextract mit Spuren von Eiweiß und einem phosphorsauren Salze	0,35
Natron	0,09
Wasser	93,37
	100,00

Alle diese Stoffe, außer dem eigenthümlichen, welcher aus Eiterkörnchen besteht, hat der Nasenschleim oder Eiter mit dem Blute gemein. Es fragt sich aber, ob in dem eigentlichen Schleimsafte, dem Secret der Schleimdrüsen, nicht doch eine specifische Materie wirklich aufgelöst enthalten ist, wie im Harn der Harnstoff, mit anderen Worten, ob die Schleimdrüsen aus dem Blute einen besonderen Stoff anziehen oder bilden, oder ob das Secret derselben nichts anderes ist, als das aus den Blutgefäßen durchschwitzende Blutwasser. Wenn diese Frage gelöst werden soll, so hätte man zuerst sich darüber zu verständigen, was eigentlich schlechtweg Schleimsaft genannt werden soll. Wenn es Absonderungen giebt, welche auf größeren Strecken der nämlichen oder auch der verschiedenen Schleimhäute im Wesentlichen einander gleichen, so könnte man dieselben Schleimabsonderungen, und die Drüsen, welche ihnen vorstehen, Schleimdrüsen nennen. Geringe Verschiedenheiten dürften dabei vorkommen, wie ja auch der Schweiß an manchen Körperstellen durch eigenthümlichen Geruch sich auszeichnet. Bis jetzt heißen alle einfachen Drüsen auf Schleimhäuten „Schleimdrüsen" und unter den zusammengesetzten sind einige mehr durch Zufall zu den Schleimdrüsen gezogen worden (Tonsillen, Cowper'sche Drüsen), während anderen, eben so zufällig, eine specifische Secretion zugeschrieben wird, wie der Thränendrüse, Prostata u. s. f. Es hat sich aber schon jetzt herausgestellt, daß die einfachen Drüsen des Magens eine specifische Materie aus dem Blut absondern; dasselbe mag bei den einfachen Drüsen des Darmes der Fall seyn, während auf der anderen Seite die zusammengesetzte Thränendrüse höchst wahrscheinlich nichts anderes secernirt, als den Stoff, der überall die Schleimhäute befeuchtet und gleichsam die zu einem einzigen Haufen versammelten Schleimdrüschen der Conjunctiva darstellt.

Soll nun die Natur des eigentlichen Schleimsaftes ermittelt und so bestimmt werden, von welchen Drüsen ein solcher abgesondert werde, so müßte man das Secret der einzelnen größeren und kleineren Drüsen untersuchen, wo

keine leichte Aufgabe und zum Theil nur mittelst Anwendung von Reagentien unter dem Mikroskop möglich ist. Uebrigens habe ich Grund zu vermuthen, daß sich dabei gewisse chemische Kennzeichen des Schleimes herausstellen werden. So oft ich nämlich einzelne Acini der Schleimdrüsen des Mundes und des Dickdarmes nebst der aus ihnen herausgetretenen Flüssigkeit mit Essigsäure behandelte, bildete sich ein dunkles und festes, häutiges Gerinnsel, welches sich leicht um die Drüsenkörner herlegte und bei fortgesetztem Zugießen von Essigsäure nicht wieder aufgelöst werden konnte. Dies fand nicht statt, wenn ich Acini der Speicheldrüsen auf ähnliche Weise behandelte. Es scheint demnach das Secret der Mundschleimdrüsen von dem der Speicheldrüsen verschieden zu seyn und einen Stoff zu enthalten, der auch von größeren Mengen Essigsäure gefällt wird. Vogel[1] spricht von geronnenem Schleim, der sich unter dem Mikroskop wie ein sehr zartes, fein gestreiftes Häutchen ausnehme. Ich habe auch dergleichen Häutchen, die schon im Wasser sich bilden, öfters gesehen und möchte sie für Faserstoff halten.

In größerer Menge ist eine eigenthümliche Art von Schleim, die, meines Wissens, noch nicht chemisch untersucht ist, sehr häufig in der Höhle des menschlichen Uterus enthalten. Er hat wenig oder keine Körperchen, ist ganz glashell, gleichförmig und zäh, wie Eiweiß, aber noch schwerflüssiger.

4. Thränenstoff.

Mit diesem Namen bezeichnen einige Chemiker einen Bestandtheil der Thränenfeuchtigkeit, welcher weder von Säure, noch von Hitze gerinne, aber durch langsames Verdunsten an freier Luft gleich dem Nasenschleime sich zu einem gelben, unlöslichen Schleime verdicke. Fourcroy und Vauquelin fanden ein Procent fester Substanz, welche aus Kochsalz und einer extractartigen, in Wasser nicht völlig auflöslichen Materie bestand. Diese vergleichen sie dem Schleime.

In der That schwimmen auch in der Thränenflüssigkeit Schleimkügelchen und abgeschuppte Oberhaut des Augapfels.

5. Hornstoff.

Aus Hornstoff soll die Oberhaut bestehen und deren Fortsetzungen, namentlich Nägel, Haare, Schuppen, Federn u. dgl. Man stellte sich vor, daß diese Gewebe aus einer flüssig abgesetzten Substanz gebildet würden, welche an der Luft vertrockne oder sich chemisch verändere. Neuere Untersuchungen lehren, daß sie alle mehr oder minder zusammengesetzt sind. Epidermis und Nägel enthalten Schüppchen, welche aus einer kernhaltigen Zelle entstehen. Die Zellenmembran, der Inhalt und der Kern sind anfangs chemisch differente Stoffe; ob sie sich späterhin zu einer gleichförmigen Substanz umwandeln, ist nicht untersucht. Allerdings verschwindet meistens der Kern, und Zellenwand und Inhalt sind für das Auge nicht mehr unterscheidbar. Noch complicirter ist der

[1] Prodromus disquis. sput. p. 14.

kaltem und kochendem Wasser, hat aber das Vermögen, darin aufzuquellen, weil die Bläschen, aus denen sie besteht, Wasser anziehen und sich damit ausdehnen. Wasser, Essigsäure ziehen daraus geringe Mengen von löslichen Substanzen, welche sich den Bestandtheilen des Blutwassers ähnlich verhalten, von Gerbestoff und Cyaneisenkalium gefällt werden. Starke Säuren und kaustisches Kali lösen den Schleim auf, Weingeist und Gerbestoff verdichten ihn. Diese und andere Reactionen beruhen auf der Wirkung der genannten Stoffe auf die Zellenhäute, von welchen später die Rede seyn wird. Berzelius hat eine Analyse des flüssigen Nasenschleimes gegeben, wonach derselbe besteht aus:

einem eigenthümlichen Schleime	5,33
Extract, löslich in Alkohol und milchsaurem Alkali	0,30
Chlorkalium und Chlornatrium	0,56
Wasserextract mit Spuren von Eiweiß und einem phosphorsauren Salze	0,35
Natron	0,09
Wasser	93,37
	100,00

Alle diese Stoffe, außer dem eigenthümlichen, welcher aus Eiterkörnchen besteht, hat der Nasenschleim oder Eiter mit dem Blute gemein. Es fragt sich aber, ob in dem eigentlichen Schleimsafte, dem Secret der Schleimdrüsen, nicht doch eine specifische Materie wirklich aufgelöst enthalten ist, wie im Harn der Harnstoff, mit anderen Worten, ob die Schleimdrüsen aus dem Blute einen besonderen Stoff anziehen oder bilden, oder ob das Secret derselben nichts anderes ist, als das aus den Blutgefäßen durchschwitzende Blutwasser. Wenn diese Frage gelöst werden soll, so hätte man zuerst sich darüber zu verständigen, was eigentlich schlechtweg Schleimsaft genannt werden soll. Wenn es Absonderungen giebt, welche auf größeren Strecken der nämlichen oder auch der verschiedenen Schleimhäute im Wesentlichen einander gleichen, so könnte man dieselben Schleimabsonderungen, und die Drüsen, welche ihnen vorstehen, Schleimdrüsen nennen. Geringe Verschiedenheiten dürften dabei vorkommen, wie ja auch der Schweiß an manchen Körperstellen durch eigenthümlichen Geruch sich auszeichnet. Bis jetzt heißen alle einfachen Drüsen auf Schleimhäuten „Schleimdrüsen" und unter den zusammengesetzten sind einige mehr durch Zufall zu den Schleimdrüsen gezogen worden (Tonsillen, Cowper'sche Drüsen), während anderen, eben so zufällig, eine specifische Secretion zugeschrieben wird, wie der Thränendrüse, Prostata u. s. f. Es hat sich aber schon jetzt herausgestellt, daß die einfachen Drüsen des Magens eine specifische Materie aus dem Blute absondern; dasselbe mag bei den einfachen Drüsen des Darmes der Fall seyn, während auf der anderen Seite die zusammengesetzte Thränendrüse höchst wahrscheinlich nichts anderes secernirt, als den Stoff, der überall die Schleimhäute befeuchtet und gleichsam die zu einem einzigen Haufen versammelten Schleimdrüschen der Conjunctiva darstellt.

Soll nun die Natur des eigentlichen Schleimsaftes ermittelt und soll bestimmt werden, von welchen Drüsen ein solcher abgesondert werde, so müßte man das Secret der einzelnen größeren und kleineren Drüsen untersuchen, was

keine leichte Aufgabe und zum Theil nur mittelst Anwendung von Reagentien unter dem Mikroskop möglich ist. Uebrigens habe ich Grund zu vermuthen, daß sich dabei gewisse chemische Kennzeichen des Schleimes herausstellen werden. So oft ich nämlich einzelne Acini der Schleimdrüsen des Mundes und des Dickdarmes nebst der aus ihnen herausgetretenen Flüssigkeit mit Essigsäure behandelte, bildete sich ein dunkles und festes, häutiges Gerinnsel, welches sich dicht um die Drüsenkörner herlegte und bei fortgesetztem Zugießen von Essigsäure nicht wieder aufgelöst werden konnte. Dies fand nicht statt, wenn ich Acini der Speicheldrüsen auf ähnliche Weise behandelte. Es scheint demnach das Secret der Mundschleimdrüsen von dem der Speicheldrüsen verschieden zu seyn und einen Stoff zu enthalten, der auch von größeren Mengen Essigsäure gefällt wird. Vogel[1] spricht von geronnenem Schleim, der sich unter dem Mikroskop wie ein sehr zartes, fein gestreiftes Häutchen ausnehme. Ich habe auch dergleichen Häutchen, die schon im Wasser sich bilden, öfters gesehen und möchte sie für Faserstoff halten.

In größerer Menge ist eine eigenthümliche Art von Schleim, die, meines Wissens, noch nicht chemisch untersucht ist, sehr häufig in der Höhle des menschlichen Uterus enthalten. Er hat wenig oder keine Körperchen, ist ganz glashell, gleichförmig und zäh, wie Eiweiß, aber noch schwerflüssiger.

4. Thränenstoff.

Mit diesem Namen bezeichnen einige Chemiker einen Bestandtheil der Thränenfeuchtigkeit, welcher weder von Säure, noch von Hitze gerinne, aber durch langsames Verdunsten an freier Luft gleich dem Nasenschleime sich zu einem gelben, unlöslichen Schleime verdicke. Fourcroy und Vauquelin fanden ein Procent fester Substanz, welche aus Kochsalz und einer extractartigen, in Wasser nicht völlig auflöslichen Materie bestand. Diese vergleichen sie dem Schleime.

In der That schwimmen auch in der Thränenflüssigkeit Schleimkügelchen und abgeschuppte Oberhaut des Augapfels.

5. Hornstoff.

Aus Hornstoff soll die Oberhaut bestehen und deren Fortsetzungen, namentlich Nägel, Haare, Schuppen, Federn u. dgl. Man stellte sich vor, daß diese Gewebe aus einer flüssig abgesetzten Substanz gebildet würden, welche an der Luft vertrockne oder sich chemisch verändere. Neuere Untersuchungen lehren, daß sie alle mehr oder minder zusammengesetzt sind. Epidermis und Nägel enthalten Schüppchen, weiche aus einer kernhaltigen Zelle entstehen. Die Zellenmembran, der Inhalt und der Kern sind anfangs chemisch differente Stoffe; ob sie sich späterhin zu einer gleichförmigen Substanz umwandeln, ist nicht untersucht. Allerdings verschwindet meistens der Kern, und Zellenwand und Inhalt sind für das Auge nicht mehr unterscheidbar. Noch complicirter ist der

[1] Prodromus disquis. sput. p. 14.

Bau der Haare, der Wolle und Federn; Rinden- und Marksubstanz sind verschieden und außerdem enthalten sie einen Farbestoff, der entweder in kleinen Kügelchen eingeschlossen oder aufgelöst mit den Fasern der Gewebe verbunden ist. Die Klauen und Hörner besitzen ebenfalls ein Pigment, welches noch nicht isolirt dargestellt worden ist. Die Schüppchen der Oberhaut sind durch eine Intercellularsubstanz zusammengeklebt, die sich auch in weniger starken Säuren löst. Die einzelnen Schüppchen trennen sich alsdann und ein Stück Oberhaut kann aufgelöst erscheinen, während seine Elemente unverändert in dem Menstruum nur vertheilt sind. Essigsäure löst vielleicht ebenfalls die Intercellularsubstanz; jedenfalls macht sie dieselbe durchsichtig, so daß die einzelnen Schüppchen deutlich werden.

In manchen Beziehungen verhält sich die Oberhaut ähnlich dem Schleime; sie quillt auf dieselbe Weise in kaltem und heißem Wasser auf, ohne sich zu lösen. Auch in Essigsäure ist sie unlöslich; ob diese etwas extrahire, ist nicht bekannt. In concentrirten Säuren und Alkalien löst sich die Substanz der Zellenmembran, wie des Contentum, wenn ein solches noch vorhanden ist.

Da sich nicht ermitteln läßt, welchen Antheil die einzelnen Bestandtheile der Horngebilde an den Reactionen haben, die dem Hornstoffe zugeschrieben werden, so ziehe ich es vor, das chemische Verhalten derselben bei der Beschreibung der Gewebe anzugeben. Spätere Untersuchungen werden vielleicht darthun, daß die Zellen oder deren Inhalt oder beide Theile aus einer Modification von Albumin bestehen, wie dies schon häufig vermuthet ist und auch durch die Entwickelung der Oberhaut wahrscheinlich wird.

II. Extractivstoffe.

Die thierischen Flüssigkeiten, aus welchen die Proteinverbindungen theils durch freiwillige Gerinnung, theils durch Coagulation mittelst Wärme oder anderer geeigneter Mittel niedergeschlagen sind, enthalten noch eine Anzahl von Salzen und von organischen stickstoffhaltigen Verbindungen gelöst, welche nach dem Verdunsten als eine formlose Masse zurückbleiben. Die Salze sind milchsaures Kali, Natron, milchsaure Kalkerde und Talkerde und Spuren von milchsaurem Ammoniak nebst Chlorkalium und Chlornatrium (sämmtlich in Weingeist löslich), ferner phosphorsaures Natron und phosphorsaure Kalkerde, vielleicht auch ein schwefelsaures Salz (nur in Wasser löslich). Die organischen Verbindungen werden unter der Benennung t h i e r i s c h e r E x t r a c t i v s t o f f, e x t r a c t a r t i g e M a t e r i e zusammengefaßt.

Der thierische Extractivstoff ist ebenso verbreitet, wie die Proteinverbindungen, da die Flüssigkeiten, in welchen beide aufgelöst sind, alle Theile tränken und in fast alle aus dem Blute abgeschie-

dene Secreta übergehen. Er findet sich im Blute, in der Galle, Milch, im Harn, Schleimsafte, Speichel, in allen weichen Geweben, am reichlichsten im Muskelfleische, aus welchem er durch Auspressen und Eindicken des Ausgepreßten gewonnen wird. Er wird daher auch Fleischextract genannt. Die im Folgenden anzugebenden Reactionen beziehen sich zunächst auf das Fleischextract; Eigenthümlichkeiten des Extractivstoffes aus anderen Theilen werden gelegentlich angeführt werden.

Von dem Gemenge der Stoffe, welche das Wasser aufgelöst enthält, ist nur ein Theil in wässerigem Weingeist löslich. Dampft man ein und zieht mit Weingeist aus, so bleibt ein Rückstand, welcher die allein in Wasser löslichen Substanzen enthält, Wasserextract. Von den in Weingeist löslichen Substanzen besitzt wieder nur ein Theil die Fähigkeit, sich in absolutem Alkohol zu lösen: wird das eingetrocknete Weingeistextract mit absolutem Alkohol behandelt, so läßt dieser abermals eine Masse ungelöst, das Weingeistextract, Thenard's Osmazom. Was absoluter Alkohol auszieht und nach dem Eindampfen zurückläßt, ist das Alkoholextract. So wird durch eine einfache Procedur das Fleischextract in drei verschiedene Extracte zerlegt. Jedes derselben enthält aber wieder eine Anzahl verschiedener Materien, welche auf die gleich zu beschreibende Weise von einander gesondert werden.

1. Alkoholextract.

Materien, welche in Wasser, Weingeist und Alkohol löslich sind.

Das Alkoholextract bleibt nach Abdestilliren des Alkohols als ein halbflüssiger Syrup von scharfsalzigem Geschmacke, der anfangs nach gebranntem Brote, später urinös riecht, zurück; erhitzt verkohlt es, und riecht wie gebrannter Weinstein; in Wasser löst es sich mit gelber Farbe. Die Lösung wird von Gerbsäure und Sublimat schwach, von basisch essigsaurem Bleioxyd stark gefällt. Dies Extract scheint zwei, vielleicht auch drei verschiedene Substanzen zu enthalten.

a. Mit Sublimat fällbare Substanz. Die Auflösung des Alkoholextractes in Wasser wird mit Sublimatlösung vermischt, und der gelbe Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt, worauf Schwefelquecksilber zu Boden fällt; es bleibt eine gelbe Lösung von unbestimmtem Geschmacke und saurer Reaction. Mit kohlensaurem Bleioxyd gesättigt und abgedampft hinterläßt sie eine dunkelgelbe

Masse; diese wird abgedampft, und der trockene Rückstand mit Wasser behandelt, in welchem sich die extractartige Materie auflöst. Die Eigenschaften dieser Materie im reinen Zustande scheinen folgende zu seyn: die Auflösung ist rein gelb, hat wenig Geschmack, große Neigung sich mit Salzen zu verbinden, und ist je nach der Natur dieser Salze in Weingeist löslich oder nicht; ihre Verbindung mit Sublimat ist schön orangegelb, in Wasser nicht ganz unlöslich, aber unlöslich in einer Flüssigkeit, die überschüssiges Sublimat enthält. Zinnchlorür und Gerbsäure fällen die Materie.

b. Durch Bleiessig fällbare Substanz. Wenn die mit Sublimat ausgefällte Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd vermischt wird, so entsteht ein schwach gelblicher Niederschlag, bestehend aus Chlorblei und basischem milchsaurem Bleioxyd, beide in Verbindung mit einer extractartigen Substanz. Der gewaschene Niederschlag wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die gelbliche saure reagirende Flüssigkeit mit kohlensaurem Bleioxyd behandelt, abgedampft, und der Rückstand mit Weingeist ausgezogen. Nach Entfernung des Alkohols, und Zersetzung des Rückstandes durch Schwefelwasserstoff bleibt sodann eine gelbe durchsichtige extractartige Masse, welche von keinem der früher erwähnten Reagentien gefällt wird, und sich mit Salmiak, Chlorbarium und anderen Salzen verbindet.

c. Die mit Bleiessig ausgefällte Lösung hinterläßt, nachdem sie durch Schwefelwasserstoff vom Blei, und durch Verdunstung von der Essigsäure befreit ist, einen gelben Syrup, welcher außer Milchsäure und ihren Salzen noch eine dritte extractartige Materie enthält, deren Gegenwart sich durch den urinösen Geruch beim Glühen zu erkennen giebt.

F. Simon hat ferner in dem abgedampften Alkoholextract eine krystallinische Substanz gefunden, welche man durch Waschen mit wasserfreiem Alkohol reinigen kann; sie erschien theils in losen, theils in sternförmig gruppirten Nadeln. Ihre Lösung in Wasser und wässerigem Alkohol giebt eine gelbliche angenehm nach Fleisch riechende und schmeckende Flüssigkeit, welche von Sublimat in geringer Menge, und von neutralem essigsaurem Bleioxyd nicht gefällt wird, stark dagegen von basisch essigsaurem Bleioxyd, salpetersaurem Silberoxyd und Gerbsäure. Sie löst sich in wasserfreiem Alkohol nicht oder nur wenig, und müßte daher eigentlich dem Weingeistextract zugezählt werden.

Unter den extractiven Materien des Fleisches macht das Alkoholextract einen bedeutenden Bestandtheil aus. In sehr großer Menge findet es sich auch in dem Extract des Urins, besonders die durch Bleiessig fällbare Substanz. Das Alkoholextract des Blutes hat nicht den aromatischen Geruch des Fleischextractes, und entwickelt erst beim Erwärmen einen dem Fleischextract ähnlichen, jedoch weniger kräftigen Geruch. Nach dem Verhalten gegen Reagentien zu schließen, könnte in dem Alkoholextract des Blutes eine Materie, ähnlich der durch Bleiessig fällbaren im Fleischextract, vorkommen, vielleicht mit einer geringen Menge von der durch Sublimat fällbaren Substanz. Am wenigsten Alkoholextract enthält die Milch.

2. Weingeistextract.

Materien, welche in Wasser und wässerigem Weingeist löslich sind.

Der Theil des Weingeistextractes, welchen Alkohol ungelöst läßt, ist eine dunkelgelbe gewöhnlich undurchsichtige klebrige Masse. Berzelius trennt sie in drei Substanzen:

a. In Alkohol von 0,833 lösliche Substanz. Der in Weingeist von dem angegebenen specifischen Gewicht lösliche Theil des Weingeistextractes stellt nach dem Verdunsten eine extractartige Masse dar von unbestimmtem Geschmacke, wird schwach von Gerbsäure und Sublimat getrübt, und von essigsaurem Bleioxyd und Zinnchlorür nicht gefällt.

Das in Alkohol von 0,833 unlösliche Extract ist dunkelbraun, mit Krystallen gemischt, von salzigbitterem Geschmacke, in Wasser mit brauner Farbe löslich; es enthält noch zwei Stoffe.

b. Durch Sublimat fällbare Substanz. Der Niederschlag mit Sublimat, dunkelbraun, wird mit Schwefelwasserstoff zersetzt; es entsteht eine dunkelbraune saure Lösung, aus welcher, wenn sie zu einem gewissen Grade eingedampft und mit Alkohol vermischt wird, eine braune Substanz zu Boden fällt. Die wässerige Lösung dieser Substanz wird von Sublimat, Gerbsäure und Bleiessig stark gefällt, nicht aber von essigsaurem Bleioxyd, Zinnchlorür und salpetersaurem Silberoxyd. Wird die Lösung mit Zinnchlorür vermischt und Ammoniak hinzugefügt, so fällt Zinnoxydul in Verbindung mit sämmtlicher organischer Materie nieder.

c. Mit Zinnchlorür fällbare Substanz. Nachdem die

eben erwähnte Materie aus dem Weingeistextract durch Sublimat gefällt worden ist, so entsteht noch von Zinnchlorür ein Niederschlag. Wenn dieser durch Schwefelwasserstoff zerlegt wird, so scheidet sich eine extractartige farblose Materie ab, welche geschmacklos ist, und weder von essigsaurem Bleioxyd, noch von Gerbsäure gefällt wird.

Berzelius vermuthet, daß die beiden letztgenannten Stoffe im Weingeistextract identisch seyen mit den beiden Substanzen des Alkoholextractes, und nur bei der chemischen Behandlung, besonders durch den Einfluß des Abdampfens und der Luft, etwas verändert seyn mögen.

F. Simon verfuhr bei der Zerlegung des Spiritusextractes auf eine etwas andere Weise als Berzelius. Es wurde nämlich das Extract in wenig Wasser gelöst, und dann eine Zeitlang über Schwefelsäure unter eine Glasglocke gestellt; darauf schied sich die zuvor beim Alkoholextract erwähnte krystallinische Materie ab. Es wurde sodann durch neutrales essigsaures Bleioxyd ein Niederschlag erzeugt, aus welchem durch Schwefelwasserstoff eine Materie abgeschieden wurde, welche von schwefelsaurem Kupferoxyd stark braun gefällt, sich im Ueberschusse des Fällungsmittels wieder löste, von Alaun und Gerbsäure ebenfalls gefällt wurde. In der vom Niederschlage mit neutralem essigsaurem Bleioxyd abfiltrirten Flüssigkeit brachte basisch essigsaures Bleioxyd von Neuem einen Niederschlag hervor, welcher durch Schwefelwasserstoff zersetzt wurde. Die gelbe Lösung wurde auch von Gerbsäure, aber nicht von Sublimat gefällt. Nun wurde die rückständige Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff zerlegt, und die freie Säure durch kohlensaures Ammoniak neutralisirt. Durch Sublimat wurde alsdann ein Niederschlag erzeugt, welcher mit dem von Berzelius mittelst desselben Reagens erhaltenen Niederschlage identisch zu seyn schien. In der Flüssigkeit blieb zuletzt beim Abdampfen eine geringe Menge einer Substanz, welche sich gegen Reagentien ziemlich indifferent verhielt, und namentlich durch Gerbsäure kaum getrübt wurde.

Das Spiritusextract des Blutes und der Milch ist dem des Fleisches sehr ähnlich, jedoch entsteht in der Milch durch Sublimat keine Trübung; auch im Urin konnte Simon keine Niederschläge erhalten durch neutrales essigsaures Bleioxyd, Sublimat und Gerbsäure. Eine durch Weingeist ausziehbare extractartige Substanz, Osmazom, ist auch im Speichel gefunden worden.

Die aus dem Harn niedergefallene Harnsäure wird nach dem

Auswaschen häufig roth oder ziegelfarben, von einem fremden, mit der Säure verbundenen Farbestoffe. In Fiebern ist die Menge der färbenden Materie vermehrt, der Harn ist brennendroth und setzt einen starken, ziegelfarbigen Bodensatz ab. Alkohol zieht den Farbestoff aus und hinterläßt nach dem Abdampfen ein scharlachrothes, geruch- und geschmackloses Pulver. Prout hielt dasselbe für purpursaures Ammoniak (Murexid), wogegen aber die Löslichkeit in Alkohol spricht. Wahrscheinlich ist es nur eine durch Säure bewirkte Modification des Extractivstoffes, da auch gewöhnlicher Urin, wenn man ihn etwas eingedampft hat, durch verdünnte Salpetersäure allmählig dunkelroth wird und nach Zumischung eines harnsauren Salzes ein rothes Sediment absetzt, welches aus Harnsäure und dem Farbestoffe besteht (Duvernoy). In der That reagirt nach Duvernoy der Fieberharn immer deutlich sauer. Der rothe Farbestoff löst sich in verdünnter Schwefelsäure, von Salzsäure wird er allmählig gelb. Die Lösung desselben in Wasser wird durch Bleiessig rosenroth gefällt, durch salpetersaures Silber grün. Eine ähnliche Materie hat Landerer[1] in dem Schweiße der Achseldrüsen eines Fieberkranken gefunden und ich erinnere mich öfters wahrgenommen zu haben, daß nach heftigen Schweißen, auch im gesunden Zustande, die Wäsche roth gefärbt erscheint. Vielleicht tritt diese eigenthümliche Umänderung des Extractivstoffes überhaupt dann ein, wenn viel Säure, namentlich Milchsäure, im Körper gebildet wird.

3. Wasserextract.

Nur in Wasser lösliche Substanz.

Was Weingeist ungelöst läßt, ist eine braune, extractartige, undurchsichtige Masse von angenehmem Fleischbrühgeschmack; sie reagirt sauer von Milchsäure. Wenn man das in Wasser gelöste Extract mit kohlensaurem Ammoniak sättigt, zur Syrupsdicke abdampft, und mit Alkohol von 0,833 vermischt, so zieht dieser milchsaures Ammoniak und die beiden folgenden extractartigen Materien aus.

a. Wenn man zu der Lösung des nach Verdunstung des Alkohols bleibenden Rückstandes Gerbsäure im Ueberschusse setzt, so entsteht ein Niederschlag, der in kochendheißem Wasser auflöslich ist.

1 Buchner's Repert. V, 234.

Die Gerbsäure wird durch essigsaures Bleioxyd, das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff gefällt, und es bleibt alsdann nach dem Abdampfen ein gelbes Extract, dessen Lösung von Sublimat, basisch essigsaurem Bleioxyd und salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird, nicht aber von neutralem essigsaurem Bleioxyd und Zinnchlorür.

b. Nach dem Fällen durch Gerbsäure bleibt eine saure extractartige Masse, identisch mit derjenigen, welche Alkohol von 0,833 aus dem Spiritusextract auszieht.

Das eigentliche Wasserextract, welches nach Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak und Alkohol zurückbleibt, enthält noch folgende extractartige Substanzen:

c. **Durch neutrales essigsaures Bleioxyd fällbare Substanz. Zomidin.** Das Wasserextract wird in Wasser gelöst, und mit Ammoniak und essigsaurem Baryt zersetzt; es entsteht ein brauner Niederschlag aus Zomidin und basisch phosphorsaurem Baryt bestehend; es wird Ammoniak zugesetzt, die Flüssigkeit durch essigsaures Bleioxyd, und der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zerlegt. Die vom Schwefelblei getrennte Flüssigkeit wird mit Ammoniak gesättigt, verdunstet, und dann durch Weingeist von den Ammoniaksalzen befreit, worauf sich Zomidin abscheidet. Dieses ist eine braune Materie von starkem Geschmacke nach Fleisch, in Wasser leicht löslich, durch essigsaures Bleioxyd, Zinnchlorür und salpetersaures Silberoxyd fällbar. Gerbsäure veranlaßt einen geringen und Sublimat keinen Niederschlag. Essigsaures Kupferoxyd erzeugt eine sehr starke grüngraue Fällung, die sich in Essigsäure und Aetzammoniak leicht löst, nicht aber in kaustischem Kali.

d. **Durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare Substanz.** Die Flüssigkeit, aus welcher das Zomidin ausgefällt ist, giebt mit basischem essigsaurem Bleioxyd einen farblosen Niederschlag. Nach Zersetzung mit Schwefelwasserstoff erhält man eine farblose Flüssigkeit, und wenn diese verdunstet wird, eine durchsichtige gummiartige Masse vom Geschmacke des Gummi, nicht animalisch, sondern säuerlich riechend, leicht in Wasser löslich. Die Lösung wird von Bleizucker, Sublimat und salpetersaurem Silberoxyd nicht gefällt, von Gerbsäuren opalisirend.

e. Nach dem Ausfällen mit basischem essigsaurem Bleioxyd hinterläßt die verdunstete Flüssigkeit eine gelbe extractartige Materie, die in möglichst reinem Zustande folgende Eigenschaften hat: sie ist braungelb, von schwachem unbestimmtem Geschmacke, riecht beim

Erhitzen animalisch, und löst sich leicht und mit gelber Farbe in Wasser, einen pulverförmigen Rückstand hinterlassend. Die Lösung wird nicht von Sublimat, Zinnchlorür und neutralem essigsaurem Bleioxyd gefällt, stark dagegen von basischem essigsaurem Bleioxyd, welcher Niederschlag sich im neutralen Salze wieder auflöst. Von salpetersaurem Silberoxyd wird sie graugelb gefällt, von Gerbsäuren opalisirend.

f. Die Lösung in wasserfreiem Alkohol enthält noch eine mit den essigsauren Salzen in Alkohol lösliche Materie, welche nach Verdunstung des Alkohols und Auflösung der Masse in Wasser durch Gerbsäure fällbar ist. Wenn man den Niederschlag in kochendem Wasser löst, durch essigsaures Blei die Gerbsäure niederschlägt, und durch Schwefelwasserstoff das Blei abscheidet, so bleibt nach dem Verdunsten eine gelbe durchsichtige Substanz von wenig Geschmack; die Lösung ist gelb, wird von basischem Bleisalze gefällt, und löst sich bei Zusatze des neutralen wieder auf.

Das Wasserextract des Blutes enthält Zomidin, die übrigen Substanzen sind nicht bestimmt nachgewiesen. Das Wasserextract der Milch verhält sich ganz ebenso; das des Harns ist etwas verschieden; es findet sich darin eine mit neutralem essigsaurem Blei fällbare, dem Zomidin entsprechende Substanz, mit etwas abweichenden Eigenschaften; sie ist graubraun und geschmacklos, wird nur wenig von Sublimat, mehr aber von Zinnchlorür gefällt, Gerbsäure schlägt sie mit dunkler Farbe nieder. Nach dem Ausfällen dieser Materie enthält das Wasserextract des Harns noch eine durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare Substanz, und eine dritte, die durch Alkohol niedergeschlagen wird. Das Wasserextract des Speichels ist nicht besonders untersucht. Nach dem Abdampfen des Speichels und Entfernen des Eiweißstoffes bleibt eine extractartige Materie, welche bedeutend von Gerbsäure niedergeschlagen, von neutralem und basischem essigsaurem Bleioxyd nur getrübt wird; Zinnchlorür und salpetersaures Silberoxyd erzeugen eine weiße Fällung, Sublimat scheint ohne Wirkung zu seyn. Da der sogleich zu erwähnende Speichelstoff sich gegen die Reagentien indifferent verhält, so können die Reactionserscheinungen, wie Simon annimmt, nur der extractiven Materie angehören.

Zu den in Wasser löslichen Substanzen des thierischen Extractivstoffes gehört auch:

Der Speichelstoff, Ptyalin.

Die Materie, welche Gmelin und Tiedemann als Speichelstoff beschreiben, scheint mit dem Wasserextract der übrigen thierischen Flüssigkeiten identisch zu seyn. Sie gewannen ihn auf dieselbe Weise, und schildern ihn als einen hellbraun-gelben Stoff, welcher beim jedesmaligen Eintrocknen und Wiederauflösen des Rückstandes eine hellbraune, undurchsichtige häutige Substanz hinterließ. Die Auflösung wurde nicht allein durch Gerbsäure, sondern auch durch Kalkwasser, Sublimat, salpetersaures Silberoxyd und durch Kupfer- und Bleisalze gefällt. Der trockene Speichelstoff roch beim Verbrennen wie gebranntes Brot. Mit dieser Beschreibung stimmt auch die von Pappenheim[1].

Speichelstoff im Sinne von Gmelin und Tiedemann ist also ebenso ein Name für die sämmtlichen Materien des Wasserextractes, wie Osmazom für Weingeistextract.

Andere Eigenschaften zeigt das Ptyalin nach Berzelius, Mitscherlich und Simon. Die Auflösung dieses Stoffes in Wasser ist etwas schleimig, und wird durch Kochen nicht unklar. Sie hinterläßt nach dem Verdunsten den Speichelstoff ungefärbt und durchsichtig; sie wird weder von Gerbsäure, Sublimat und basisch essigsaurem Bleioxyd noch von starken Säuren gefällt.

Die Differenz rührt, wie ich glaube, daher, daß die genannten Chemiker bei ihrer Darstellung des Speichelstoffes das freie Alkali mit Essigsäure oder verdünnter Schwefelsäure neutralisirten, vielleicht auch eine Verbindung des Extractivstoffes mit der Säure veranlaßten, welche auflöslich blieb, und durch die Reagentien nicht mehr gefällt wurde. Keiner der verschiedenen Extractivstoffe wird durch Essigsäure, verdünnte oder concentrirte Mineralsäure gefällt, und es ist daher wohl annehmbar, daß lösliche Verbindungen erzeugt werden. Auch fand Pappenheim, daß die Niederschläge des Speichelstoffes mit Eisen-, Kupfer- und anderen Salzen sich in Säuren auflösen, und daß alle Trübungen, welche von den genannten Reagentien hervorgebracht werden, durch Minima von Essigsäure wieder verschwinden[2]. Da aus dem Speichel, wenn er wie Fleischextract behandelt wird, eine dem Fleischextract ähnliche Materie dar-

1 Die Verdauung S. 135.

2 a. a. O. S. 135. 137.

gestellt werden kann, so wäre nur noch zu beweisen, daß Fleischwasser, nach Art des Speichels mit Säuren behandelt, auch die von Berzelius beschriebene Art Speichelstoff liefere.

Speichel verwandelt nach Leuchs[1] Stärke in Zucker, was Schwann bestätigt. Es scheint aber diese Wirkung nicht vom Ptyalin herzurühren, denn Sebastian konnte mit reinem Speichelstoff diese Umwandlung nicht vermitteln[2].

Kreatin.

Chevreul hat in Flüssigkeiten des Fleisches eine geringe Menge eines Stoffes gefunden, welcher aus dem Alkoholextract krystallinisch anschoß, und Wöhler hat die Existenz desselben bestätigt. Chevreul nennt diesen Stoff Kreatin; er krystallisirt in wasserklaren rechtwinkeligen Prismen, ist geruch- und geschmacklos, reagirt nicht auf Pflanzenfarben, löst sich schwer in Wasser, noch schwerer in Alkohol, dagegen leicht in Säuren. Die wässerige Lösung wird von salpetersaurem Silber-, schwefelsaurem Kupfer- und Eisenoxyd, Bleiessig und concentrirtem Platinchlorid nicht verändert; in höherer Temperatur zersetzt, entwickelt er Ammoniak, einen Geruch nach Blausäure und phosphoriger Säure, und ein gelbes Gas, welches sich zum Theil wieder zu Krystallen verdichtet. Chevreul hält es für möglich, daß das Kreatin ein Ammoniaksalz von einer Säure mit zusammengesetztem Radical sey.

III. Leimgebende Substanz.

Es fehlt uns noch an einem Namen für die Substanz, welche durch längere Behandlung mit kochendem Wasser in Leim übergeht; und auch von ihren chemischen Eigenschaften ist fast nichts bekannt, als daß sie sich durch Kochen in Leim verwandelt. Sie ist in kaltem Wasser unlöslich, in Essigsäure quillt das Bindegewebe auf, und wird ganz durchsichtig, ohne sich, wie es scheint, vollkommen zu lösen. Knorpel und auch die im Knorpel gebildeten Fasern verändern sich von Essigsäure nicht, ebensowenig wie die Fasern des elastischen Gewebes.

Zu den leimgebenden Substanzen gehören: die Knorpel, die

1 Poggendorf Ann. XXII. S. 623.

2 v. Setten de saliva, ejusque vi et utilitate. Groning. 1837. p. 33.

knorpelige Grundlage der Knochen, die aus Bindegewebe gebildeten Theile, die Hornhaut und zum Theil die elastischen Gewebe. Von diesen Geweben bestehen die einen aus einer ziemlich gleichförmigen Grundlage mit eingestreuten Bläschen, die anderen aus Fäden, von denen es ungewiß ist, ob sie solid und gleichförmig sind, oder hohl und demnach in Membran und Contentum geschieden. Wie dem auch sey, so scheinen die einzelnen Bestandtheile alle, die einen schneller, die anderen langsamer, in Leim überzugehen, da Sehnen und Bänder eine ihrem Gewicht im trockenen Zustande gleiche Menge trockenen Leim liefern.

Bei der Umwandlung der leimgebenden Substanz in Leim findet keine Gasentwickelung statt, keine Aufnahme von Sauerstoff oder anderen Bestandtheilen der Atmosphäre. Durch Gegenwart verdünnter Säuren wird die Leimbildung beschleunigt. Es verhält sich daher vielleicht, wie Löwig vermuthet, die leimgebende Substanz zu Leim, wie Stärke zu Zucker. Der Leim ist ausgezeichnet durch die Eigenschaft, daß seine Lösung in kochendem Wasser beim Erkalten eine Gallerte bildet. Dies geschieht nicht, wenn die Lösung sehr verdünnt ist; dann wird er aus den sogleich anzugebenden Reactionen erkannt.

Man unterscheidet zwei Arten Leim, nämlich Colla oder eigentlichen Leim und Chondrin, und muß also auch zwei Arten leimgebender Substanz unterscheiden. Von beiden Arten einigermaßen verschieden ist der Leim des elastischen Gewebes, und dieses bildet also eine dritte Varietät leimgebender Substanz. Außerdem kommen geringfügige Verschiedenheiten vor je nach den Geweben, aus welchen der Leim erhalten wird. Wir reihen noch einen vierten Stoff hier an, das Pyin, nicht sowohl seiner chemischen Kennzeichen wegen, die überhaupt noch nicht ganz feststehen, als vielmehr deshalb, weil dieselbe Substanz, die im erwachsenen Körper Leim giebt, in früheren Entwickelungsperioden durch Kochen in Pyin verwandelt wird, und also die leimgebende Substanz sich aus der Pyin gebenden herauszubilden scheint.

1. Colla gebende Substanz.

Es gehören dazu 1. alle aus Bindegewebe gebildeten Theile, die Häute, Sehnen, Bänder u. s. f., auch die fälschlich sogenannten Zwischengelenkknorpel. 2. Die knorpelige Grundlage der Knochen, die nach dem Ausziehen der Kalkerde zurückbleibt. Aus diesen Geweben bereitet

man den Leim auf folgende Weise: sie werden mit kaltem Wasser ausgewaschen, um Salze, Eiweiß, Extractivstoff ꝛc. zu entfernen, dann in Wasser gekocht, und die Auflösung so lange abgedampft, bis ein Tropfen beim Erkalten gesteht. Die erkaltete Gallerte wird bei gelinder Wärme vollständig getrocknet. Knochen werden erst einige Tage lang mit verdünnter Salzsäure behandelt, welche die Kalkerde auszieht, und dann durch Waschen von der Salzsäure befreit. In Zeit von 12—24 Stunden sind die genannten Gewebe vollständig aufgelöst.

Der reine trockene Leim ist hart, durchsichtig, farblos, ohne Geschmack und Geruch, von neutraler Reaction, er wird in kaltem Wasser weich, quillt auf, löst sich aber erst beim Erwärmen. Mit 100 Theilen Wasser bildet der Leim noch beim Erkalten eine Gallerte. Der Leim ist in Weingeist wenig löslich, und wird aus einer wässerigen Lösung durch Weingeist in weißen Flocken gefällt, die in Wasser wieder leicht löslich sind. In Aether, fetten und flüchtigen Oelen löst er sich nicht. In der wässerigen Lösung bewirkt Kreosot eine milchige Trübung, Cyansäure eine gelbe Fällung, Mineralsäuren, Phosphorsäure und Essigsäure verändern die Lösung nicht; kaustisches Kali und Ammoniak bewirken durch Niederschlagen der phosphorsauren Kalkerde eine geringe Trübung, Quecksilberchlorid eine Fällung, die sich im Ueberschusse von Leim wieder auflöst; salpetersaures Quecksilberoxydul, essigsaures Blei, Eisenchlorid, schwefelsaures Kupfer und Alaun wirken nicht; schwefelsaures Eisenoxydul trübt die Leimlösung schwach, Gerbsäure reagirt noch auf eine Lösung von 1 Theil Leim in 5000 Theilen Wasser. Oft sind der Colla geringe Mengen Chondrin beigemischt, und dann zeigen sich die diesem Stoffe eigenthümlichen Reactionen in schwachem Maaße.

Der Leim wurde von Mulder analysirt. Leim aus Hirschgeweih enthielt in 100 Theilen:

Stickstoff	18,350 — 18,388.
Kohlenstoff	50,048 — 50,048.
Wasserstoff	6,477 — 6,643.
Sauerstoff	25,125 — 24,921.

Die daraus berechnete Formel ist: $N_4\ C_{13}\ H_{20}\ O_5$. Atomgewicht = 1972,54. Außerdem enthält der Leim 0,5 — 6% unorganische Stoffe, größtentheils phosphorsauren Kalk.

Bei der trockenen Destillation liefert der Leim dieselben Producte wie Protein; im feuchten Zustande fault er bald mit einem

sehr unangenehmen ammoniakalischen Geruche; wird er öfter in heißem Wasser gelöst, so verliert er nach und nach die Fähigkeit zu gelatiniren, zugleich wird seine Löslichkeit in kaltem Wasser vermehrt. Salpetersäure zersetzt den Leim unter Bildung von Kleesäure und Xanthopicrinsäure; mit Schwefelsäure übergossen und gekocht geht er in Leimzucker und Leucin über. Dieselben Stoffe liefert er durch Kochen mit Kalilösung.

Der Leim löst sich in Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren, in kaltem schwer, sehr bald durch Kochen in saurem Wasser, eben so leicht wenn Pepsin zugegen ist. Knorpel hinterlassen dabei einige Flocken, wahrscheinlich die Zellenkerne. Die sauren Lösungen gelatiniren nicht beim Erkalten, und werden von Kaliumeisencyanür nicht niedergeschlagen; Gerbsäure schlägt, wie erwähnt, den Leim vollständig nieder, und bildet damit eine unlösliche Verbindung, die nicht fault. Sie ist im feuchten Zustande weich und elastisch, im trockenen hart und brüchig. Der aus Leim und Gerbsäure bestehende Niederschlag ist die Ledersubstanz. Alkalien entziehen dem gerbsauren Leime einen Theil Säure. Nach Mulder verbindet sich die Gerbsäure mit dem Leime in mehreren Verhältnissen. Bei Ueberschuß von Gerbsäure entsteht die neutrale Verbindung aus 100 Theilen Leim und 135—136 Theilen Gerbsäure. Wird die Gerbsäure nicht in Ueberschuß angewandt, so entsteht eine aus 3 Atomen Leim und 2 Atomen Gerbsäure bestehende Verbindung. Essigsäure löst den durch Gerbsäure erhaltenen Niederschlag vollständig auf, daher der Leim aus seiner essigsauren Lösung durch Gerbsäure gar nicht gefällt wird [1]. Wird Chlorgas in Leimauflösung geleitet, so entsteht neben Salzsäure ein Niederschlag aus weißen, biegsamen, zähen Fäden, wahrscheinlich bestehend aus Chlor oder chloriger Säure und Leim, nach Mulder 1 Atom chloriger Säure auf 4 Atome Leim. Die Verbindung ist in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich; bei anhaltendem Kochen löst sich ein geringer Theil derselben in Wasser; in Salpetersäure und Essigsäure löst sie sich leicht unter Chlorentwickelung, auch in kaustischem Kali und Ammoniak ist sie leicht löslich. Es existiren auch Verbindungen von 1 Atom Leim mit 1 und mit 1½ Atomen chloriger Säure. Jodtinctur schlägt ebenfalls aus der Leimlösung dunkelbraune elastische Fäden nieder, die sich in kochendem, aber nicht in

[1] Schwann, Mikroskop. Unters. S. 32.

kaltem Wasser lösen, auch in heißem Alkohol, Salpetersäure und Essigsäure. Verdünnte Alkalien verändern den Leim nicht. Wird die Auflösung in Alkalien mit Essigsäure gesättigt, so esteht er nicht. Die Leimlösung nimmt Kalkhydrat auf. Es giebt viele Verbindungen des Leimes mit Salzen; er löst leicht frischgefällte phosphorsaure Kalkerde auf; der Niederschlag, welcher beim Kochen mit schwefelsaurem Eisenoxyd entsteht, enthält 3 Atome Leim, 6 Atome Eisenoxyd und 1 Atom Schwefelsäure. Der Niederschlag mit Sublimat ist nicht untersucht. Auch mit schwefelsaurem Platinoxyd und Chlorplatin geht der Leim unlösliche Verbindungen ein.

2. Chondrin gebende Substanz.

Das Chondrin wurde von J. Müller entdeckt. Man erhält es durch Kochen der Cornea und der permanenten Knorpel (der Knorpel der Nase, des Ohrs, der Luftwege, der Rippen und Gelenküberzüge), ferner der Knochen vor der Ossification. Bei manchen dieser Theile ist langes Kochen nöthig, namentlich bei den faserigen Knorpeln des Ohrs und der Nase. Ueberhaupt liefert ein Knorpel um so weniger und um so schwerer Chondrin, je mehr Knorpelkörperchen und je weniger Zwischensubstanz er enthält.

Chondrin verhält sich gegen Wasser, wie Leim, scheint aber keine so feste Gallert zu geben, denn nach Simon's Versuchen konnten mit 1 Theil Chondrin nur 20 Theile Wasser zum Gestehen gebracht werden. In seinem Verhalten zu Gerbsäure, Chlor, Weingeist, Aether, Kreosot und Sublimat ist das Chondrin ebenfalls vom Leim nicht unterschieden; ausgezeichnet ist es durch sein Verhalten gegen Säuren und Salze. Alaun und schwefelsaure Thonerde fällen es aus seinen Auflösungen in großen, weißen, compacten Flocken. Die Niederschläge sind in kaltem und heißem Wasser unlöslich, lösen sich aber in einem Ueberschusse des Fällungsmittels. Mit allen Säuren geht das Chondrin unlösliche Verbindungen ein, auch mit der Essigsäure, Milchsäure, arsenigen Säure und Arseniksäure. Alle diese Verbindungen aber, mit Ausnahme der durch Essigsäure und arsenige Säure erzeugten, lösen sich im Ueberschusse der Säuren wieder auf. Wird die Essigsäure durch kohlensaures Kali gesättigt, so erfolgt wieder vollständige Lösung. Die Niederschläge von Alaun, schwefelsaurer Thonerde und Essigsäure werden durch Zusatz großer Mengen von essigsaurem Kali,

Natron und Kochsalz wieder aufgelöst. Schwefelsaures Eisenoxyd erzeugt in der Chondrinlösung einen starken Niederschlag, der sich im Ueberschusse des Fällungsmittels und in der Hitze wieder löst. Der Niederschlag besteht nach Mulder aus 12,41 schwefelsaurem Eisenoxyd und 87,59 Chondrin, oder aus 2 Atomen schwefelsaurem Eisenoxyd und 1 Atom Chondrin. Essigsaures Bleioxyd erzeugt in der Chondrinlösung einen Niederschlag, der sich bei fortgesetztem Zusatze nicht wieder auflöst. Eine ganz concentrirte Chondrinlösung wird von kaustischem Kali nicht getrübt.

Mulder fand in 100 Theilen Chondrin:

Stickstoff	14,44.
Kohlenstoff	49,96.
Wasserstoff	6,63.
Sauerstoff	28,59.
Schwefel	0,38.

und bestimmt die Zusammensetzung: N_{80} C_{320} H_{520} O_{140} S. Atomgewicht = 48987,15. Es enthielt noch 6,37 % unorganische Salze.

3. Leim gebender Theil des elastischen Gewebes.

Der Leim des elastischen Gewebes hat mehr Aehnlichkeit mit Chondrin als mit Colla; seine Lösung wird von essigsaurem Bleioxyd und Essigsäure getrübt, von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt, von schwefelsaurem Eisenoxyd kaum getrübt. Der Niederschlag von schwefelsaurer Thonerde löst sich nicht im Ueberschusse des Fällungsmittels.

4. Pyin.

Von Güterbock im Eiter entdeckt, kommt auch in anderen pathologischen Secreten, im Schleim und in der Tuberkelmasse vor, indeß, wie es scheint, nicht constant. Vogel konnte es im Eiter nicht finden, und F. Simon vermißte es ebenfalls einigemal im Eiter und in Tuberkeln. Dieselbe Substanz wird nach Güterbock durch Kochen aus Granulationen und frischen Pseudomembranen extrahirt, und dieselbe oder eine ganz ähnliche erhielten Schwann [1] und G. Simon [2] aus der Haut des Fötus, der Letztere auch durch

[1] Mikroskop. Unters. S. 143.

[2] Müll. Arch. 1839. S. 26.

Kochen von Granulationen und Kondylomen, also aus allen Theilen, welche aus noch nicht ganz ausgebildetem Bindegewebe bestehen.

Aus dem Eiter stellt Güterbock das Pyin auf folgende Weise dar: es wird zugleich mit dem Eiweiß durch Alkohol gefällt, und aus dem Niederschlage durch Wasser ausgezogen. Eine geringe Quantität Eiweiß, welche das Wasser zugleich mit aufnimmt, kann durch Kochen präcipitirt, und dann durch Filtration vollständig getrennt werden.

Aus der wässer'gen Lösung bildet sich durch Essigsäure und Alaun ein Sediment. Alaun ist als Reagens empfindlicher, indem er das Pyin aus einer Lösung, die durch Essigsäure nur getrübt wird, in Flocken niederschlägt. Der Niederschlag wird weder durch Essigsäure, noch durch Alaun, noch durch Neutralsalze gelöst. Ein Tropfen Salzsäure färbt die wässerige Lösung gelb; bei fernerem Zusatze von Salzsäure wird dieselbe wieder klar. Aus dieser sauren Lösung schlägt Kaliumeisencyanür nichts nieder, Sublimat erzeugt in der Pyinlösung eine weiße Trübung, welche sich in Essigsäure nicht wieder löst. Essigsaures Blei, schwefelsaures Kupfer und Gerbsäure fällen sie ebenfalls. Im trockenen Zustande ist das Pyin ein graues Pulver, das sich in Wasser nicht wieder vollkommen auflöst.

Die Substanz, welche G. Simon auch aus Granulationen erhielt, unterschied sich von der eben beschriebenen nur dadurch, daß die von Salzsäure erzeugte Trübung weißlich war, und durch mehr zugesetzte Salzsäure zwar etwas vermindert, aber nicht ganz aufgehoben wurde.

IV. Hämatin.

Das Hämatin, der färbende Bestandtheil des Blutes, ist in den Blutkörperchen, aber unter gewissen Umständen auch frei in der Flüssigkeit des Blutes enthalten. Die Blutkörperchen nämlich sind Bläschen mit einem flüssigen Inhalte, welche in dem Blutwasser schwimmen. Zwischen dem Inhalte der Bläschen und dem dieselben umgebenden Blutwasser findet ein Austausch durch Endosmose statt, in der Art, daß die Blutbläschen, wenn das äußere Fluidum concentrirt ist, Wasser an dasselbe abgeben und zusammensinken, umgekehrt dagegen, wenn das äußere Fluidum diluirt wird, Wasser aus demselben anziehen und aufschwellen, wobei zugleich die

in den Blutbläschen gelöst enthaltenen festen Bestandtheile sich durch die Flüssigkeit zertheilen.

In den Bläschen und in der Flüssigkeit des frischen Blutes ist der Farbestoff in einem in Wasser löslichen Zustande enthalten. Farbestoffhaltiges Serum ist nach Entfernung der Blutkörperchen eine ganz gleichförmige, klare Flüssigkeit. Das Hämatin, welches auf die sogleich anzugebende Weise dargestellt wird, hat seine Löslichkeit in Wasser verloren. Man nimmt daher an, in der Voraussetzung, daß Hämatin durch die Methode der Darstellung keine chemische Umwandlung erlitten habe, es könne gleich dem Eiweiß und Faserstoff in zweierlei Zuständen auftreten, frisch und coagulirt.

Hünefeld glaubt ungeronnenes Hämatin durch folgendes Verfahren dargestellt zu haben: er hängt den Blutkuchen, in dünne Scheiben geschnitten, in Aether auf; der Aether färbt sich schön roth, und giebt nach freiwilliger Verdunstung einen rothen Rückstand, der wie frisches Blut riecht, und mit etwas Fett verunreinigt ist. Wenn die Lösung einige Zeit steht, so geht das Hämatin von selbst in den geronnenen Zustand über. Ungeronnenes Hämatin erhält man auch durch Auswaschen des Blutkuchens, aber alsdann enthält das Wasser neben gelöstem Farbestoffe auch ganze, nur aufgequollene Blutkügelchen.

Die Methoden, mittelst welcher er rein bereitet wird, beruhen darauf, daß Alkohol die Verbindungen des Hämatins mit Säuren löst, während er die eiweißartigen Bestandtheile des Blutes und der Blutkörperchen im coagulirten Zustande unlöslich zurückläßt.

1. Gmelin gab zwei Methoden an: er fand, daß, wenn Blut mit Alkohol in größerer Menge gekocht wird, der Farbestoff des Blutes in Alkohol aufgelöst wird, und nach dem Abdestilliren als ein dunkelbrauner in Wasser löslicher Rückstand bleibt. Nach der anderen Methode sollte Blut coagulirt, und mit Salzsäure behandelt werden; dabei bleibe, wenn die Säure verdünnt genug ist, Farbestoff ungelöst, der sich in Alkohol auflösen lasse. Im ersten Fall war das Hämatin mit Alkali, im zweiten mit Säure verbunden, von welchen es Gmelin nicht getrennt hat. Außerdem enthielt sein Farbestoff die in Alkohol löslichen extractiven Bestandtheile des Blutes und vielleicht Casein.

2. Le Canu theilt mehrere Vorschriften zu Bereitung des Hämatins mit:

a. Der Blutkuchen wird mit Wasser ausgelaugt, die rothe

Flüssigkeit mit Schwefelsäure gefällt, der Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Wasser, dann mit wasserhaltigem Alkohol ausgewaschen und getrocknet.

b. Geschlagenes Blut wird mit verdünnter Schwefelsäure vermischt, dann mit kaltem Alkohol gewaschen und ausgepreßt.

c. Man behandelt geschlagenes Blut mit Bleiessig, wodurch Albuminat von Bleioxyd gefällt wird. Die rothe Flüssigkeit wird filtrirt und so lange gewaschen, als sie roth abläuft. Aus der durchgegangenen Flüssigkeit wird durch schwefelsaures Natron das Bleioxyd gefällt, und dann die Lösung durch Schwefelsäure niedergeschlagen. Durch kalten Alkohol wird der Niederschlag wie in den vorigen Fällen von der freien Säure befreit.

Die nach einer von diesen Methoden erhaltene Verbindung wird wiederholt mit Alkohol ausgekocht, welcher den eiweißartigen Bestandtheil der Blutkörperchen zurückläßt. Die alkoholische Lösung des schwefelsauren Farbestoffes wird durch kaustisches Ammoniak zersetzt; es fällt schwefelsaures Ammoniak nieder, und nach der Verdunstung wird dieses durch Wasser, und das Fett durch Aether entfernt. Auch in diesem Falle ist das Hämatin wenigstens durch extractive Materien verunreinigt.

3. Berzelius scheidet die Blutkörperchen von dem Serum, indem er das Blut, mit schwefelsaurem Natron vermischt, filtrirt. Dieses Salz verhindert die Gerinnung des Faserstoffes, und die Blutkörperchen bleiben allein auf dem Filtrum. Sie werden mit Alkohol, dem etwas verdünnte Schwefelsäure zugesetzt ist, gekocht, so lange sich der Alkohol färbt, und bis der Rückstand grauweiß ist. Die Alkohollösungen werden mit kaustischem oder kohlensaurem Ammoniak vermischt, wobei schwefelsaures Ammoniak niederfällt. Die filtrirte Lösung giebt nach dem Abdestilliren das Hämatin in Gestalt eines fast schwarzen Pulvers, aus welchem durch Aether Fett ausgezogen wird. Auf diese Weise wird, wie es scheint, das Blutroth am reinsten erhalten.

4. Simon endlich hat folgende Vorschrift gegeben: geschlagenes Blut wird gekocht, und dadurch das Albumen coagulirt, dann zur Trockne verdunstet. Der trockene Rückstand wird mit Aether, und dann mit Weingeist ausgekocht. Der Weingeist löst das vorhandene Alkali, die milchsauren Salze, Osmazom und Hämatin. Aus der kochenden Alkohollösung fällt beim Erkalten Blutroth in Flocken zu Boden, während das Uebrige gelöst bleibt.

Die rothen Flocken werden mit saurem Weingeist übergossen. Dieser löst das schwefelsaure Hämatin auf, die Schwefelsäure läßt sich dann durch Ammoniak auf die angegebene Weise abscheiden.

Das reine Hämatin ist bräunlichschwarz mit einzelnen glänzenden Punkten, geruch- und geschmacklos. Le Canu fand es metallglänzendbraun. Es ist in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich, von Fetten und flüchtigen Oelen wird es nach Mulder in der Wärme gelöst. Sanson behauptet von dem Hämatin, daß es in Alkohol, Aether und verdünnten Säuren löslich sey Nach Le Canu's Vermuthung aber ist das Hämatin von Sanson modificirt durch die concentrirte Schwefelsäure, welche er zur Darstellung anwandte. Le Canu erhielt dieselbe Modification, wenn er sein Hämatin mit concentrirter Salzsäure, oder mit einer durch 6 Theile Wasser verdünnten Schwefelsäure behandelte.

Folgendes ist nach Mulder die Zusammensetzung des Hämatins:

Stickstoff	10,54;	10,46;	10,57.
Kohlenstoff	66,9 ;	66,20;	65,73.
Wasserstoff	5,30;	5,44;	5,28.
Sauerstoff	11,01;	11,15;	11,97.
Eisen	6,66;	6,75;	6,45.

Die Formel ist: $N_6\ C_{44}\ H_{44}\ O_6\ Fe$, das Atomgewicht 5108,01. In dem Eisenoxyd der Asche kommt auch etwas Manganoxyd vor; nach Wurzer macht dieses sogar $1/3$ des Eisenoxyds aus. Von dem Zustande, in welchem das Eisen im Blute enthalten seyn möchte, war bereits früher die Rede.

Das Hämatin verbrennt, ohne zu schmelzen und sich aufzublähen, mit Horngeruch; bei der trockenen Destillation liefert es ammoniakalische Stoffe. Von concentrirten Mineralsäuren wird es zersetzt.

Mit den verdünnten Mineralsäuren bildet das Hämatin, wie erwähnt, in Wasser unlösliche Verbindungen, die in Alkohol löslich sind, und aus demselben durch Wasser gefällt werden. 100 Theile trockenes Hämatin absorbiren 13,23 bis 12,71 salzsaures Gas, und geben erhitzt die Hälfte wieder ab, so daß im letzten Falle auf 2 Atome Hämatin $1\frac{1}{2}$ Atome Salzsäure kämen Chlor verbindet sich mit trockenem Hämatin ohne Zersetzung zu einer dunkelgrünen in Weingeist löslichen Substanz. Die weingeistige Lösung wird von Säuren und Alkalien nicht verändert, von Schwefelwasserstoff und Ammoniak in der Wärme roth gefärbt. Nach

Mulder kann dieser Stoff als eine Verbindung von 1 Atom Hämatin mit 12 Atomen Chlor betrachtet werden. Kommt Chlorgas in Verbindung mit Hämatin, welches in Wasser gelöst oder suspendirt ist, so entfärbt sich das Hämatin. Das Eisen fällt in Verbindung mit Salzsäure nieder, ein Theil Chlor verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Wassers zu chloriger Säure und tritt an das Hämatin. Das chlorigsaure Hämatin scheidet sich in Flocken ab; die Analyse derselben ergiebt C_{44} H_{44} N_6 O_6 + 6 (Chl_2 O_3) oder 1 Atom Hämatin, in welchem die Stelle des Eisens durch 6 Atome chloriger Säure vertreten ist. Die Verbindung ist unlöslich in Wasser, löst sich aber in Alkohol und Aether. Kali, Natron und wässeriges Ammoniak lösen das Hämatin mit dunkel blutrother Farbe, die Verbindungen sind in Wasser, Weingeist und Aether löslich; auch kohlensaure Alkalien lösen das Hämatin. Mulder hat Verbindungen desselben mit Silber-, Blei- und Kupferoxyd dargestellt.

Ueber die Einflüsse, welche die Farbe des Blutes in Hell und Dunkel umändern, kann erst später bei der Beschreibung der Blutkügelchen gesprochen werden.

V. Die eigenthümlichen Bestandtheile der Galle.

Ich stelle hier die Substanzen zusammen, welche außer den allgemein verbreiteten (Eiweiß, Käsestoff, Extractivstoff, Fett, Salzen), und dem sogenannten Schleime (Epithelium) der Gallenblase in der Galle aufgefunden worden sind, in der Hoffnung, daß die verschiedenartigen Bestandtheile sich mit der Zeit als Modificationen eines und desselben wesentlichen Gallenstoffes erweisen mögen. Die älteren Chemiker nahmen einen solchen Stoff an, einen harzartigen Körper, der in Verbindung mit Laugensalz eine Seife bilde, und auch Berzelius stellte bei einer früheren Analyse einen einfachen Gallenstoff dar, der sich mit Mineralsäuren zu einem im Ueberschusse der Säure unlöslichen Körper verbinde. Nachdem neuere Untersuchungen aus der Galle eine große Zahl von Stoffen wohl mehr producirt als educirt hatten, ist man jetzt fast wieder auf dem Wege, zur älteren Ansicht zurückzukehren.

Thénard schlug mittelst basisch essigsaurem Bleioxyd eine Substanz nieder, welche durch Salpetersäure von dem Bleioxyd

getrennt wurde, das Gallenharz, einen grünen harzartigen Sto[
in Wasser wenig, in Alkohol vollkommen löslich. Aus der Flüssi[
keit, woraus dieser Stoff gefällt war, präcipitirte Bleiessig no[
eine andere Materie, welche, nachdem das Bleioxyd durch Schw[
felwasserstoff entfernt worden, sich in Alkohol und Wasser löst
von süßlich bitterem Geschmack, weshalb sie den Namen Picrom[
erhielt. In einer wässerigen Lösung derselben löste sich Gallenha[
auf, und es ließ sich auf diese Weise wieder eine Art Galle e[
zeugen. Außerdem fand Thénard noch eine gelbe Substanz, da[
Pigment, welches namentlich in der Ochsengalle öfters aufgeschlämm[
vorkommt und Concremente bildet.

Durch Gmelin's berühmte Analyse der Ochsengalle wur[
nachgewiesen, daß Thénard's Gallenharz noch Picromel, und sei[
Picromel noch Gallenharz enthalte, und daß der reine Gallenzuck[
von Bleiessig nicht gefällt wird. Den gelben Farbestoff untersucht[
Gmelin genauer und fand außerdem noch zwei eigenthümliche Be[
standtheile, die in krystallinischem Zustande erhalten wurden, nämlic[
Taurin und Cholsäure, nebst einigen minder wesentlichen extractartige[
Substanzen. Das Gallenharz von Gmelin ist hellbraun un[
durchsichtig, in der Kälte spröde, schmilzt bei einigen Graden üb[
100, löst sich leicht in Alkohol, ist aber in Wasser, in reinem Aeth[
und verdünnten Säuren unlöslich. Das Picromel ist farb- un[
geruchlos, und hat einen lang anhaltenden süßen Geschmack m[
einer Spur von Bitter; es ist stickstoffhaltig, löst sich leicht i[
Wasser und Alkohol, auch in concentrirten Säuren, aber nicht i[
reinem Aether. Taurin, ein stickstoffhaltiger Körper, bildet groß[
farblose, durchsichtige Krystalle, sechsseitige Prismen mit vier- od[
sechsseitiger Zuspitzung; sie knirschen zwischen den Zähnen, schmeck[
pikant, nicht süß noch salzig, reagiren weder sauer noch alkalisc[
und verändern sich nicht an der Luft; sie lösen sich in 15½ Theil[
kaltem, und noch leichter in kochendem Wasser, in Alkohol sind [
fast unlöslich. Alkalien mit Taurin erwärmt entwickeln Ammonia[
Nach der Analyse von Demarçay besteht Taurin aus: N_2 [
H_{14} O_{10}, und kann daher nach Löwig als eine Verbindung v[
kleesaurem Ammoniak mit Wasser, oder von Cyan, Kleesäure u[
Wasser, oder von Oxamid, Kleesäure und Wasser betrachtet werd[
Die Cholsäure ist eine stickstoffhaltige in feinen Nadeln krystal[
lisirende Substanz, welche sich kaum in kaltem, wenig in kochend[
Wasser, leicht in Alkohol löst; sie ist stärker als Harnsäure u[

Mulder kann dieser Stoff als eine Verbindung von 1 Atom Hämatin mit 12 Atomen Chlor betrachtet werden. Kommt Chlorgas in Verbindung mit Hämatin, welches in Wasser gelöst oder suspendirt ist, so entfärbt sich das Hämatin. Das Eisen fällt in Verbindung mit Salzsäure nieder, ein Theil Chlor verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Wassers zu chloriger Säure und tritt an das Hämatin. Das chlorigsaure Hämatin scheidet sich in Flocken ab; die Analyse derselben ergiebt $C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6 + 6\ (Chl_2\ O_3)$ oder 1 Atom Hämatin, in welchem die Stelle des Eisens durch 6 Atome chloriger Säure vertreten ist. Die Verbindung ist unlöslich in Wasser, löst sich aber in Alkohol und Aether. Kali, Natron und wässeriges Ammoniak lösen das Hämatin mit dunkel blutrother Farbe, die Verbindungen sind in Wasser, Weingeist und Aether löslich; auch kohlensaure Alkalien lösen das Hämatin. Mulder hat Verbindungen desselben mit Silber-, Blei- und Kupferoxyd dargestellt.

Ueber die Einflüsse, welche die Farbe des Blutes in Hell und Dunkel umändern, kann erst später bei der Beschreibung der Blutkügelchen gesprochen werden.

V. Die eigenthümlichen Bestandtheile der Galle.

Ich stelle hier die Substanzen zusammen, welche außer den allgemein verbreiteten (Eiweiß, Käsestoff, Extractivstoff, Fett, Salzen), und dem sogenannten Schleime (Epithelium) der Gallenblase in der Galle aufgefunden worden sind, in der Hoffnung, daß die verschiedenartigen Bestandtheile sich mit der Zeit als Modificationen eines und desselben wesentlichen Gallenstoffes erweisen mögen. Die älteren Chemiker nahmen einen solchen Stoff an, einen harzartigen Körper, der in Verbindung mit Laugensalz eine Seife bilde, und auch Berzelius stellte bei einer früheren Analyse einen einfachen Gallenstoff dar, der sich mit Mineralsäuren zu einem im Ueberschusse der Säure unlöslichen Körper verbinde. Nachdem neuere Untersuchungen aus der Galle eine große Zahl von Stoffen wohl mehr producirt als educirt hatten, ist man jetzt fast wieder auf dem Wege, zur älteren Ansicht zurückzukehren.

Thénard schlug mittelst basisch essigsaurem Bleioxyd eine Substanz nieder, welche durch Salpetersäure von dem Bleioxyd

wenn sie aber einmal durch Mineralsäuren gefällt gewesen ist, schlagen sie auch Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure aus ihre Verbindung mit Alkalien nieder. Die Choleïnsäure treibt die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Alkalien und Erden, und bildet mit denselben saure Salze. Von dem choleïnsaurem Natron war bereits die Rede.

Die Formel der Choleïnsäure ist nach Demarçay folgende $N_2\ C_{41}\ H_{66}\ O_{12}$; nach Dumas und Pelouze $N_2\ C_{42}\ H_{72}\ O_{1}$: das Atomgewicht: 5040,86.

Die Galle fault nicht, wenn derselben der Schleim entzogen ist; in der Hitze bläht sich Choleïnsäure auf, verbrennt mit stark rußender Flamme, und hinterläßt eine voluminöse Kohle. Wird die wässerige Lösung der Choleïnsäure mit Salzsäure, Schwefelsäure oder Phosphorsäure gekocht, so entsteht Taurin, und ein dem Gallenharz ähnlicher Körper, Choloidinsäure nach Demarçay. Nach der Formel der Choleïnsäure von Demarçay kann, wie Löwig bemerkt, angenommen werden, daß

1 At. Choleïnsäure	$N_2\ C_{41}\ H_{66}\ O_{12}$
+ 4 At. Wasser	$H_8\ O_4$
	$N_2\ C_{41}\ H_{74}\ O_{16}$

bilden:

1 At. Choloidinsäure	$C_{37}\ H_{60}\ O_6$
1 At. Taurin	$N_2\ C_4\ H_{14}\ O_{10}$
	$N_2\ C_{41}\ H_{74}\ O_{16}$

Die Choloidinsäure, deren Gewinnung und Zusammensetzung eben angegeben wurde, ist gelb, geruchlos, sehr bitter, unlöslich in Aether, schwer in Wasser und leicht in Weingeist löslich, sie zersetzt die kohlensauren Salze, und bildet mit den Basen in Weingeist schwer lösliche saure Salze. Alle Salze dieser Säure werden durch Wasser leicht in saure und basische zersetzt.

Aetzende Alkalien zersetzen die Choleïnsäure in Cholsäure und Ammoniak.

Die neueste Analyse der Galle ist eine zweite von Berzelius unternommene. Derselbe sieht wie früher als Hauptbestandtheil der Galle einen eigenthümlichen elektronegativen Stoff an, den er Bilin nennt. Das Bilin sey sehr leicht veränderlich, durch Säuren werde es in fünf andere Körper umgewandelt: Fellinsäure, Cholinsäure, Taurin, Dyslysin und Ammoniak. Diese Veränd

zersetzt die kohlensauren Alkalien. Nach Dumas und Pelouze ist sie zusammengesetzt aus: C_{42} H_{72} O_{10}, und würde demnach stickstofffrei seyn. Der Farbestoff hat sich aus der normalen Galle noch nicht abscheiden lassen. Gmelin untersuchte ihn an den oben erwähnten Gallensteinen, er löst sich am leichtesten in Kalihydrat, und wird daraus durch Salzsäure in dicken, dunkelgrünen Flocken gefällt. Bei allmähligem Zusatze von Salpetersäure wird die Lösung des Farbestoffes erst grün, dann blau, violett, roth, endlich nach einiger Zeit gelb. Durch diese Reaction erkennt man auch die Gegenwart des Gallenpigments in anderen thierischen Flüssigkeiten, in Serum, Urin, Blutwasser u. s. f. Chlor bringt dasselbe Farbenspiel hervor, aber minder lebhaft.

Demarçay nannte den in Wasser löslichen bitteren Bestandtheil der Galle Choleïnsäure, und hält die Galle für eine Seife aus dieser Säure und Natron. Wird die Galle mit einer anderen Säure versetzt, so entsteht ein Natronsalz, und die Choleïnsäure wird abgeschieden. Essigsaures Bleioxyd erzeugt einen Niederschlag, der aus der Säure der Galle und Bleioxyd besteht. Die durch Säuren oder Bleisalze abgeschiedene Choleïnsäure giebt mit Natron verbunden ein der Galle ganz ähnliches Salz. Demarçay gab die Methode an, durch welche die Choleïnsäure in Taurin, Gallenharz oder Cholsäure umgewandelt werden kann. Das Picromel ist nach ihm nichts anderes, als eben die Verbindung von Choleïnsäure und Natron, welche den wesentlichen Bestandtheil der Galle ausmacht. Demarçay's Methode, die Choleïnsäure darzustellen, ist folgende: Ochsengalle wird zur Trockne verdunstet, dann in Wasser gelöst und mit verdünnter Schwefelsäure in gelinder Wärme so lange abgedampft, bis sich die Flüssigkeit trübt, dann in der Kälte stehen gelassen; die Säure, die sich als ein grünes Magma abscheidet, wird mit destillirtem Wasser gewaschen, in Weingeist gelöst, die Schwefelsäure durch Barytwasser und mit Aether die etwa beigemischte Margarinsäure entfernt. Oder es wird die getrocknete Galle in Wasser gelöst, durch neutrales essigsaures Bleioxyd gefällt. Der Niederschlag löst sich zum Theil in Weingeist, und diese Lösung wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, filtrirt und abgedampft.

Die trockene Choleïnsäure ist gelb, schwammig, leicht zu pulvern, von sehr bitterem Geschmacke. Sie ist in Aether unlöslich, leicht löslich in Wasser und noch leichter in Weingeist. Aus der Galle kann sie durch Pflanzensäuren nicht gefällt werden,

Das Bilin ist eine klare, farblose, nicht krystallinische Masse, geruchlos, von bitterem und unbestimmt süßlichem Geschmacke, in Wasser und Alkohol leicht löslich, unlöslich in Aether. Seine Lösung in Wasser wird durch Säuren nicht gefällt, auch nicht durch Gerbsäure; Chlor, Alkalien, Erd- oder Metallsalze fällen sie auch nicht; wird sie aber mit vielem Alkalihydrat oder kohlensaurem Alkali vermischt, so scheidet sich eine in der alkalischen Flüssigkeit unlösliche Verbindung von Alkali mit Bilin ab, die in Alkohol löslich ist. Es folgt hieraus, daß das Bilin sich mit Oxyden verbindet, daß aber durch die Löslichkeit der Verbindungen in Wasser die Reactionen ausbleiben. Man kann sehr lange Chlor durch Bilinlösung leiten, ohne daß eine Veränderung entsteht. Bei einer Temperatur von 60° wird aber das Bilin von der neugebildeten Salzsäure zum Theil in Fellinsäure und Cholinsäure umgewandelt. Aus der zur Trockne verdunsteten Masse erhält man Taurin.

Das Bilin besitzt eine so große Neigung, sich in einen sauren Körper zu metamorphosiren, daß es schon während der Verdunstung anfängt auf Lakmus sauer zu reagiren. Diese Neigung wird außerordentlich beschleunigt durch Säuren, namentlich in der Wärme. Die Mineralsäuren metamorphosiren das Bilin vollständig, so daß nichts unverändert übrig bleibt, und fällen die Producte der Metamorphose größtentheils aus Die Pflanzensäuren bewirken nur eine unvollständige Metamorphose, und halten die Producte aufgelöst. Bei dieser Metamorphose zerfällt das Bilin, wie erwähnt, in fünf Körper. Zuerst, wenn das Bilin in verdünnter Salzsäure gelöst, und damit eine Zeit lang digerirt wird, scheidet sich ein gelber ölartiger Körper aus, ein Gemisch von Bilin mit Fellinsäure und Cholinsäure, denselben Säuren, welche bei der Darstellung des Bilins aus der Galle mittelst Bleioxyd als ein pflasterartiges Gemenge gefällt werden. Setzt man die Digestion mit der Säure fort, so verändert sich allmählig auch dieser ölartige Körper, und es fällt eine harzähnliche Materie nieder. Das Bilin ist nun gänzlich verschwunden, die Flüssigkeit behält Ammoniak und Taurin aufgelöst; die harzähnliche Materie (Gmelin's Gallenharz, Demarçay's Choloidinsäure) besteht aus Cholinsäure, Fellinsäure und einem neuen harzähnlichen Körper, dem Dyslysin. Durch kalten Alkohol werden die beiden ersten ausgezogen. Das Dyslysin bleibt als eine harzartige Masse zurück; in siedendem Alkohol löst es sich schwierig auf, und setzt sich daraus beim Erkalten und Abdampfen

als eine weiße erdige Masse ab. Es ist bis jetzt nicht näher untersucht.

Die im Alkohol gelösten beiden Säuren werden dadurch von einander getrennt, daß man die Alkohollösung mit verdünntem Ammoniak sättigt, und durch Abdampfen concentrirt; dabei setzt sich das cholinsaure Ammoniak als eine harte Masse ab, das fellinsaure Ammoniak bleibt aufgelöst.

Aus dem fellinsauren Ammoniak wird durch Salzsäure die Fellinsäure in schneeweißen Flocken gefällt, die sich beim Austrocknen weiß erhalten. Die letzten Portionen von Bilin hängen ihr hartnäckig an, und werden durch langes Waschen entfernt. Die Fellinsäure läßt sich leicht pulverisiren, ist geruchlos, von bitterem Geschmacke, sie schmilzt über + 100°, entzündet sich bei stärkerer Erhitzung, und verbrennt wie ein Harz mit Zurücklassung einer aufgeschwollenen Kohle, die ohne Rückstand verbrennt. In Wasser löst sie sich beim Kochen in einer gewissen Quantität; in Alkohol, auch in verdünntem, ist sie leicht löslich. Aether löst sie leichter als Wasser, aber schwerer als Alkohol. Die Lösungen röthen Lackmus, und schmecken rein bitter. Mit Alkalien bildet die Fellinsäure Salze, die in Wasser und Alkohol löslich, in Aether unlöslich sind; sie werden durch einen Ueberschuß von kaustischem oder kohlensaurem Alkali gefällt in Form einer pflasterähnlichen Masse.

Um die Cholinsäure rein zu erhalten, wird die erwähnte Ammoniakverbindung mit verdünnter Salzsäure behandelt; die Säure scheidet sich in weißen leichten Flocken ab, die auf dem Filtrum während des Trocknens zu einer braunen, spröden, leicht pulverisirbaren Masse zusammengehen; sie ist leicht schmelzbar, in Wasser unlöslich, löslich in Aether und sehr leicht in Alkohol; kohlensaure Alkalien verbinden sich damit, die Verbindung ist in Wasser nur wenig löslich, löst sich aber leicht in Alkohol. Das Barytsalz bildet einen nicht zusammenbackenden Niederschlag.

Die Verbindung der Cholin- und Fellinsäure mit Bilin, welche sich durch Zersetzung des Bilins schon in der frischen Galle bildet, und welche, wie bei der Darstellung des Bilins angegeben wurde, mittelst Bleioxyd gefällt wird, nennt Berzelius Bilifellinsäure. Denn das Gemenge verhält sich, wie es scheint, ähnlich einer Säure, und kann mit Basen verbunden werden, so jedoch, daß ein Theil des Bilins durch Uebersättigung abgeschieden wird. Es ist wahrscheinlich, daß die Bilinsäure, vielleicht auch die Cholinsäure

sich in zwei Verhältnissen mit dem Bilin chemisch verbinde. Wird nämlich die aus der Galle durch Bleioxyd gefällte Bilifellinsäure mit kohlensaurem Alkali digerirt, und das dadurch gebildete lösliche bilifellinsaure Kali mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, so scheidet sich die Bilifellinsäure, die in sauren Flüssigkeiten unlöslich ist, als eine weiche, pflasterähnliche Masse ab, welche man als eine Verbindung der Fellin- und Cholinsäure mit dem Minimum des Bilins betrachten kann. Aether entzieht dieser Verbindung einen Antheil Fellin- und Cholinsäure, und es bleibt eine dicke Flüssigkeit ungelöst, die der Verbindung von Fellin- und Cholinsäure mit dem Maximum des Bilins entspricht. Durch Digeriren mit Bleioxyd wird diese Verbindung wieder zerlegt in reines Bilin und in Bilifellinsäure mit dem Minimum des Bilins, die sich alsdann mit dem Bleioxyd zu der erwähnten pflasterartigen Masse verbindet. Abermals kann durch Kali das Bleioxyd verdrängt, und der durch Schwefelsäure abgeschiedenen Bilifellinsäure mittelst Aether ein Antheil Säure entzogen werden, und so fort, so lange etwas übrig ist. Berzelius vermuthet, daß die an Bilin reichere Verbindung mit den Basen neutrale Salze bilde, und daß diese Salze in der Galle enthalten seyen, daß dagegen die Bilifellinsäure mit dem Minimum des Bilins nur künstlich, durch die Einwirkung der Reagentien hervorgebracht werde.

Die Bilifellinsäure wird nicht durch Essigsäure gefällt, und mit Leichtigkeit von essigsaurem Kali und Natron aufgelöst. In diesen Punkten allein unterscheidet sie sich von Demarçay's Choleïnsäure, und Berzelius schließt daraus, daß die letztere einen Ueberschuß der Fellin- und Cholinsäure enthalten habe. In der eingedickten Galle, wie sie in Apotheken aufbewahrt wird, schreitet die Metamorphose beständig fort; das Bilin wird dadurch immer vermindert, und es entstehen neben den bisher beschriebenen Producten die von Berzelius sogenannte Cholansäure und Fellansäure, welche aus der frischen Galle darzustellen bis jetzt nicht gelang. Die Cholansäure wird in Verbindung mit Fellansäure durch Essigsäure als eine pflasterähnliche Masse gefällt, der Niederschlag in verdünntem kaustischem Ammoniak aufgelöst, und damit verdunstet. Der Rückstand wird in Wasser gekocht, wobei die Cholansäure als ein weißer Niederschlag sich abscheidet; sie stellt eine weiße, erdig anzufühlende, abfärbende, geruch- und geschmacklose Masse dar, schmilzt erst weit über + 100°, und brennt wie

als eine weiße erdige Masse ab. Es ist bis jetzt nicht näher untersucht.

Die im Alkohol gelösten beiden Säuren werden dadurch von einander getrennt, daß man die Alkohollösung mit verdünntem Ammoniak sättigt, und durch Abdampfen concentrirt; dabei setzt sich das cholinsaure Ammoniak als eine harte Masse ab, das fellinsaure Ammoniak bleibt aufgelöst.

Aus dem fellinsauren Ammoniak wird durch Salzsäure die Fellinsäure in schneeweißen Flocken gefällt, die sich beim Austrocknen weiß erhalten. Die letzten Portionen von Bilin hängen ihr hartnäckig an, und werden durch langes Waschen entfernt. Die Fellinsäure läßt sich leicht pulverisiren, ist geruchlos, von bitterem Geschmacke, sie schmilzt über + 100°, entzündet sich bei stärkerer Erhitzung, und verbrennt wie ein Harz mit Zurücklassung einer aufgeschwollenen Kohle, die ohne Rückstand verbrennt. In Wasser löst sie sich beim Kochen in einer gewissen Quantität; in Alkohol, auch in verdünntem, ist sie leicht löslich. Aether löst sie leichter als Wasser, aber schwerer als Alkohol. Die Lösungen röthen Lackmus, und schmecken rein bitter. Mit Alkalien bildet die Fellinsäure Salze, die in Wasser und Alkohol löslich, in Aether unlöslich sind; sie werden durch einen Ueberschuß von kaustischem oder kohlensaurem Alkali gefällt in Form einer pflasterähnlichen Masse.

Um die Cholinsäure rein zu erhalten, wird die erwähnte Ammoniakverbindung mit verdünnter Salzsäure behandelt; die Säure scheidet sich in weißen leichten Flocken ab, die auf dem Filtrum während des Trocknens zu einer braunen, spröden, leicht pulverisirbaren Masse zusammengehen; sie ist leicht schmelzbar, in Wasser unlöslich, löslich in Aether und sehr leicht in Alkohol; kohlensaure Alkalien verbinden sich damit, die Verbindung ist in Wasser nur wenig löslich, löst sich aber leicht in Alkohol. Das Barytsalz bildet einen nicht zusammenbackenden Niederschlag.

Die Verbindung der Cholin- und Fellinsäure mit Bilin, welche sich durch Zersetzung des Bilins schon in der frischen Galle bildet, und welche, wie bei der Darstellung des Bilins angegeben wurde, mittelst Bleioxyd gefällt wird, nennt Berzelius Bilifellinsäure. Denn das Gemenge verhält sich, wie es scheint, ähnlich einer Säure, und kann mit Basen verbunden werden, so jedoch, daß ein Theil des Bilins durch Uebersättigung abgeschieden wird. Es ist wahrscheinlich, daß die Bilinsäure, vielleicht auch die Cholinsäure

Pigment. Fromherz und Gugert, welche die menschliche Galle nach einer ganz ähnlichen Methode untersuchten, erhielten ähnliche Stoffe, namentlich Gallenharz, Picromel, Cholsäure (jedoch nicht krystallinisch) und Farbestoff.

So lange die Bestandtheile der Galle nicht mit größerer Sicherheit erkannt und dargestellt werden können, bleibt es immer schwer zu entscheiden, ob sie alle oder einzelne derselben auch in anderen Flüssigkeiten, namentlich im Blute vorkommen. Daß der Farbestoff im Blute enthalten seyn könne, wird schon wahrscheinlich durch die gelbe Färbung der Haut und aller Secretionen bei Leberkrankheiten. Ob er hier im Blute zurückgehalten, oder durch die Blut- und Lymphgefäße aus der Leber aufgesogen sey, ist eine physiologische Frage, auf die ich an einem anderen Orte weiter einzugehen habe. Indeß mag doch schon vorläufig bemerkt werden, daß der Gelbsucht ganz ähnliche Erscheinungen auch bei ungehinderter, ja sogar vermehrter Gallensecretion sich einstellen in der sogenannten Polycholie. Chevreul[1], Lassaigne[2], Braconnot[3] und Le Canu[4] haben den Farbestoff der Galle im Blute Ikterischer nachgewiesen. Le Canu[5] behauptet, ihn in dem Blute gefunden zu haben, und Sanson[6] stellte ihn aus dem Ochsenblute dar. Denis[7] sagt sogar, daß die Quantität des Farbestoffes im Blute, den auch er mit dem Gallenpigment für identisch hält, im gesunden Blute oft eben so bedeutend sey, als im Blute von Gelbsüchtigen. Simon[8] bezweifelt die Identität dieses Farbestoffes, den er Blutbraun oder Hämaphäin nennt, mit dem Farbestoffe der Galle, weil jener nicht das charakteristische Farbenspiel mit Salpetersäure zeige. Indeß hat J. Vogel gezeigt[9], daß diese Reaction ausbleibt oder übersehen werden kann, wenn man zu viel Salpetersäure zusetzt, weil sich dann das Eiweiß gelb färbt. Collard de Martigny

1 *Journ. de chim. méd.* 1835. p. 135.
2 Ebendas. 1826. p. 264. 267.
3 Ebendas. 1827. p. 480.
4 *Nouv. rech. sur le sang.* p. 33.
5 Ebendas. p. 15.
6 *Etudes sur les matières colorantes du sang. Paris* 1835. p. 11.
7 *Essai* p. 122.
8 Medicin. Chemie. S. 331.
9 R. Wagner's Physiol. S. 167.

will auch Gallenharz im Blute eines Gelbsüchtigen gefunden haben[1].

Von den übrigen Flüssigkeiten enthält das Serum des Chylus nach Denis[2] keinen Farbestoff, dagegen ihn Braconnot im Serum von Hydropischen fand. In den secernirten Flüssigkeiten von Ikterischen ist er häufig dargestellt worden; seine Gegenwart im Urin ist bekannt, und es wird die Salpetersäure auf den Urin als diagnostisches Hülfsmittel bei Gelbsucht angewandt.

Vielleicht enthält auch das Ohrenschmalz eine dem einen oder anderen Bestandtheile der Galle ähnliche Materie. Berzelius schied daraus, nachdem das Fett durch Aether extrahirt worden war, mittelst Alkohol eine gelbbraune, in Wasser lösliche Materie, die nach Verdunstung der wässerigen Lösung als ein dunkelgelber, durchsichtiger, sehr glänzender Firniß zurückbleibt. Sie ist von höchst bitterem und ekelhaftem Geschmacke, wird durch neutrales essigsaures Bleioxyd vollständig gefällt, auch von Zinnchlorür, nicht aber von Sublimat und nur unbedeutend von Gerbsäure. Eberle, der auf die Aehnlichkeit der Galle und des Ohrenschmalzes aufmerksam macht[3], die allerdings bis jetzt mehr eine äußerliche ist, theilt zugleich einen merkwürdigen Fall mit, in welchem bei vollständiger Entartung der Leber eine sehr reichliche Absonderung von Ohrenschmalz stattfand, nach deren Unterdrückung ikterische Erscheinungen eintraten.

VI. Harnstoff und Harnsäure.

1. Harnstoff.

Der Harnstoff kommt vor im Harn in Verbindung mit Milchsäure (Cap und Henry), auch im Blute, besonders wenn die Harnabsonderung durch die Nieren beeinträchtigt ist, und in anderen aus dem Blute abgesonderten Flüssigkeiten. Nysten[4] fand ihn, nach

[1] Berzelius' Chemie. IX. S. 106.

[2] a. a. O. p. 131.

[3] Verdauung. S. 134.

[4] *Recherches de chimie et de physiologie pathologiques.* Paris 1811. p. 281.

anhaltender Ischurie, in ausgebrochener Flüssigkeit. Dann entdeckt[en] ihn Prévost und Dumas im Blute von Thieren, denen d[ie] Nieren exstirpirt waren. Zahlreiche Beobachtungen haben diese En[t]deckung bestätigt. Marchand [1] fand Harnstoff im Blute vo[n] Cholerakranken, die mehrere Tage keinen Harn gelassen hatten, un[d] ferner in der Flüssigkeit, die ein Hund, dem die Nieren unterbund[en] waren, ausgebrochen hatte. In der hydropischen Flüssigkeit b[ei] Menschen, die an Bright'scher Degeneration der Nieren litte[n] haben Rayer und Guibourt [2], sowie Marchand [3], den Harn[-] stoff nachgewiesen. Endlich stellte ihn Marchand [4] auch aus de[m] gesunden Blute vom Ochsen dar.

Der Harnstoff wird dargestellt aus dem Harne mittelst Sa[l-] petersäure oder Kleesäure; Harn wird zur Syrupconsistenz abg[e-] dampft und mit Salpetersäure vermischt; beim Erkalten krystallisi[rt] der salpetersaure Harnstoff in gelblichen Blättern, die man durc[h] abermaliges Auflösen in heißer Salpetersäure und Krystallisire[n] farblos erhält; durch kohlensauren Baryt wird die Salpetersäu[re] abgeschieden, die Masse abgedampft und der Harnstoff durch kalte[n] Alkohol ausgezogen, aus welchem er beim Abdestilliren heraus kry[-] stallisirt. Eine zweite Art der Darstellung ist folgende: der abge[-] dampfte Harn wird mit absolutem Alkohol behandelt, bis derselb[e] nichts mehr auflöst; die alkoholische Lösung wird abgedampft, d[er] Rückstand in Wasser gelöst, und mit einer kochendheißen Lösun[g] von Kleesäure versetzt; der Niederschlag, kleesaurer Harnstoff, wir[d] gereinigt, und die Kleesäure durch kohlensauren Kalk gefällt; d[er] Harnstoff bleibt in der Auflösung. Auch künstlich kann der Har[n-] stoff gebildet werden. Wenn man nämlich cyansaures Kali in Wass[er] löst, und die Auflösung mit salpetersaurem Silberoxyd vermisc[ht] so fällt cyansaures Silberoxyd nieder. Durch Uebergießen des Ni[e-] derschlages mit Salmiaklösung erhält man Chlorsilber und ei[ne] Auflösung von cyansaurem Ammoniak; wird diese Auflösung abg[e-] dampft, so setzt sich das cyansaure Ammoniak in Harnstoff u[m.] Beides sind metamerische Verbindungen.

1 Erdm. Journal 1837. XI. 449.

2 *Desire* in *Gaz. méd. de Paris* 1836. *Juill.*

3 Müller's Archiv. 1837. S. 440.

4 Erdm. Journ. 1838. XIV. S. 500.

1 Atom cyansaures Ammoniak =	1 At. Ammoniak	N_2	H_6
	1 At. Cyansäure	$N_2 C_2$	O
	1 At. Wasser . .		$H_2 O$
	= 1 At. Harnstoff .	$N_4 C_2 H_8 O_2$.	

Ferner entsteht auch Harnstoff bei wechselseitiger Zersetzung von Cyan und Wasser, und durch verschiedene Zersetzungen der Harnsäure (s. unten). Der Harnstoff bildet, wenn er langsam krystallisirt, farblose, lange und schmale, vierseitige Prismen, bei schnellem Krystallisiren feine seidenglänzende Nadeln. Specifisches Gewicht = 1,35. Er ist geruchlos, von kühlendem Geschmacke, ohne Wirkung auf Pflanzenfarben. In Wasser von mittlerer Temperatur löst er sich zu gleichen Theilen, in kochendheißem Wasser in jedem Verhältniß. Alkohol löst bei + 15° ungefähr 1/5 seines Gewichtes, beim Erhitzen etwa gleiche Theile; in Aether und ätherischen Oelen ist der Harnstoff wenig löslich, bei + 120° schmilzt er, ohne sich zu zersetzen.

Der Harnstoff besteht aus $N_4 C_2 H_8 O_2$, sein Atomgewicht beträgt 756,86. Wie diese Elemente unter sich zusammengesetzt sind, ist noch nicht gewiß. Die Zusammensetzung entspricht, wie bereits erwähnt, dem cyansauren Ammoniak mit Wasser. S. Löwig, organ. Chemie, I. 253.

Wenn Harnstoff über + 120° erhitzt wird, so zersetzt er sich, es entweicht Ammoniak, und Cyanursäure bleibt zurück; noch stärker erhitzt wird die letztere in Cyansäurehydrat umgewandelt, welches sich mit dem übergegangenen Ammoniak wieder zu Harnstoff verbindet. Bei der Fäulniß setzt sich der Harnstoff mit 2 Atomen Wasser in kohlensaures Ammoniak um.

1 At. Harnstoff	$N_4 C_2 H_8 O_2$
2 At. Wasser	$H_4 O_2$
	$N_4 C_2 H_{12} O_4$

zerfallen in:

2 At. Ammoniak	$N_4 H_{12}$
2 At. Kohlensäure	$C_2 O_4$
= 2 At. kohlensaures Ammoniak	$N_4 C_2 H_{12} O_4$.

Auf dieselbe Weise wird der Harnstoff auch durch Hefe metamorphosirt. Mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, entwickelt er

Kohlensäure und hinterläßt schwefelsaures Ammoniak; mit Kali gekocht verwandelt er sich in Ammoniak und kohlensaures Kali.

Harnstoff verbindet sich sowohl mit Säuren als mit Basen. In Verbindung mit Säuren ist er im Harn enthalten; bei dem Menschen mit Milchsäure, bei dem Rindvieh und bei Pferden mit Hippursäure, bei den Vögeln und Schlangen mit Harnsäure. Der milchsaure Harnstoff krystallisirt in langen sechsseitigen Prismen mit schiefen Endflächen, hat einen kühlen stechenden Geschmack, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, wenig in Aether; er schmilzt in der Wärme und kann unzersetzt sublimiren. Die Verbindung enthält 49,61 Harnstoff und 50,39 Milchsäure. Auch mit den Mineralsäuren und mit Kleesäure geht der Harnstoff Verbindungen ein, ohne sich zu zersetzen. Man kann entweder den Harnstoff unmittelbar mit der Säure vermischen, oder kleesauren Harnstoff mit einer Verbindung von Kalk und der Säure zusammenbringen, die an den Harnstoff treten soll. Der salpetersaure Harnstoff krystallisirt in großen farblosen Blättern oder Prismen, ist in Wasser und Alkohol löslich, von saurem Geschmacke. In dem Salze befindet sich 1 Atom Harnstoff, 1 Atom Salpetersäure und 1 Atom Wasser. Der kleesaure Harnstoff löst sich nicht leicht in Wasser von gewöhnlicher Temperatur und in Alkohol, sehr leicht aber in siedendem Wasser. Er besteht ebenfalls aus 1 Atom Säure und 1 Atom Wasser auf 1 Atom Harnstoff.

Fügt man zu einer Auflösung von Harnstoff salpetersaures Silberoxyd und dann Kali, so fällt eine Verbindung von Silberoxyd mit Harnstoff zu Boden, grau, beim Erhitzen verpuffend. Man kennt auch eine Verbindung von Harnstoff mit Bleioxyd und mit Baryt.

2. Harnsäure.

Die Harnsäure findet sich im Harn der fleischfressenden Thiere in noch unbekannter Verbindung; bei den Pflanzenfressern wird sie durch Hippursäure vertreten, die auch zuweilen im diabetischen Harn von Menschen, nicht aber im gesunden Harn gefunden wurde. Harnsäure kommt ferner vor in Harnsteinen und gichtischen Concretionen. Nysten fand sie in Verbindung mit Harnstoff mehrmals in Flüssigkeiten, die nach Harnverhaltung ausgebrochen worden waren. Der Harn der Vögel und Schlangen besteht größtentheils aus reinem harnsaurem Ammoniak.

Die Säure wird am leichtesten aus dem Schlangenharn dargestellt auf folgende Weise: Das unreine harnsaure Ammoniak wird zuerst mit Alkohol ausgekocht, und dann mit kaltem Wasser behandelt. Etwa beigemischter phosphorsaurer Kalk wird durch verdünnte Salzsäure ausgezogen. Man löst dann die so weit gereinigte Harnsäure in verdünnter warmer Lauge von kaustischem Kali, und filtrirt. Das Filtrat enthält harnsaures Kali, welches sich bei Concentration der Flüssigkeit durch Abdampfen ausscheidet, während die thierischen Stoffe in der Auflösung bleiben. Das harnsaure Kali wird mit kaltem Wasser ausgewaschen, in kochendem Wasser gelöst, und kochendheiß in Salzsäure gegossen; es fällt sogleich die Harnsäure zu Boden. Aus dem menschlichen Harn fällt die Harnsäure beim Erkalten fast rein nieder, nur mit Spuren von Ammoniak und Natron. Der Niederschlag ist anfangs pulverig und grau, wird hernach blaß rosenroth, und beim Trocknen krystallinisch in um so feineren Schuppen, je reiner die Säure. Selten schlägt sich aus erkaltendem Harn harnsaures Ammoniak nieder. Erst nach 24—36 Stunden krystallisirt es aus einem Harn, der anfangs keinen Bodensatz bildete, oder entsteht aus der niedergefallenen reinen Säure, wenn der Harn alkalisch wird. Ein nicht unbedeutender Theil Harnsäure bleibt übrigens beim Erkalten im Harn aufgelöst. Beim Abdampfen von filtrirtem Menschenharn entsteht ein grauer Bodensatz, der ein Gemenge von Harnsäure und phosphorsaurem Kalk ist. Die Harnsäure läßt sich auch durch starken Zusatz von Salpetersäure oder Salzsäure aus dem Harn niederschlagen.

Sie ist ein leichtes, weißes, aus feinen Schüppchen bestehendes Pulver, geruch- und geschmacklos, in Wasser sehr schwer löslich, in Aether und Alkohol unlöslich; sie löst sich ohne Zersetzung in concentrirter Schwefelsäure. Die Harnsäure ist zusammengesetzt aus: $N_8\ C_{10}\ H_8\ O_6$. Atomgewicht = 2122,42. Fritsche hat ein krystallisirtes Hydrat der Harnsäure erhalten, bestehend aus 1 Atom Harnsäure und 4 Atomen Wasser.

Bei verschiedenen sogleich näher anzugebenden Einwirkungen wird aus der Harnsäure Harnstoff ausgeschieden. Man kann daher die Harnsäure ansehen als eine Harnstoffverbindung, wo zu dem

Harnstoff = ... $N_4\ C_2\ H_8\ O_2$
ein Körper käme von . . $N_4\ C_8\ O_4$

$N_8\ C_{10}\ H_8\ O_6$.

Diesen Körper nannten Liebig und Wöhler Uril. Die Harnsäure wäre alsdann eine zusammengesetzte Säure gleich der Mandelsäure, welche aus Ameisensäure und Bittermandelöl künstlich zusammengesetzt wird, unter Umständen wieder in eben diese Stoffe zerfällt, und in welcher die Sättigungscapacität der Ameisensäure unverändert ist. Das Uril ist indeß noch nicht isolirt dargestellt worden.

Bei der trockenen Destillation der Harnsäure entsteht eine große Menge Blausäure, und zugleich ein Sublimat, bestehend aus Harnstoff mit Cyanursäure. Wird Harnsäure in trockenem Chlorgas erhitzt, so entsteht Cyansäure und Salzsäure. Wenn man Harnsäure in Wasser mit Bleisuperoxyd vermischt, so entstehen Allantoin, Harnstoff, Kleesäure und Kohlensäure. Von diesen Stoffen kommt das Allantoin (Allantoissäure) auch natürlich vor in der Allantoisflüssigkeit der Kühe, und krystallisirt aus derselben nach dem Abdampfen. Es erscheint in wasserhellen, glänzenden, harten, vierseitigen, geruch- und geschmacklosen Krystallen, reagirt weder basisch noch sauer, und ist in 400 Theilen kaltem, und 30 Theilen kochendem Wasser löslich. Bei der trockenen Destillation liefert es kohlensaures und blausaures Ammoniak, und hinterläßt eine schwammige Kohle; mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt giebt es Kohlenoxyd, Kohlensäure und schwefelsaures Ammoniak; von kaustischen Alkalien wird es in Kleesäure und Ammoniak umgewandelt. Liebig und Wöhler haben eine Verbindung desselben mit Silberoxyd dargestellt. Man kann das Allantoin als eine Verbindung von 2 Atomen Cyan und 3 Atomen Wasser, oder als wasserfreies kleesaures Ammoniak mit 1 Atom Cyan betrachten.

2 At. Cyan	$N_4 C_4$
3 At. Wasser	$H_6 O_3$
= 1 At. Allantoin . . .	$N_4 C_4 H_6 O_3$.

Durch Salpetersäure wird die Harnsäure unter Gasentwickelung aufgelöst; es entstehen, je nach der Stärke der angewandten Säure vielerlei Producte, welche Liebig und Wöhler genauer untersucht haben.

1. Alloxan, $N_4 C_8 H_8 O_{10}$. Wird zu Salpetersäure von 1,4 bis 1,5 spec. Gewicht Harnsäure gemischt, so entwickelt sich Kohlensäure und Stickgas zu gleichen Verhältnissen, und es blei

Alloxan zurück. Das Alloxan entsteht durch Zersetzung des Urils, die Base durch Zersetzung des Harnstoffes.

1 At. Uril	N_4 C_8 O_4
nimmt aus der Salpetersäure auf . .	O_2
+ 4 At. Wasser	H_8 O_4
= 1 At. Alloxan	N_4 C_8 H_8 O_{10}

Das Alloxan ist ein weißes krystallinisches Pulver; mit Wasser krystallisirt bildet es große glänzende durchsichtige Krystalle von der Form des Schwerspathes, die an der Luft verwittern. Das Alloxan ist in Wasser leicht löslich, schmeckt unangenehm säuerlich salzig, reagirt sauer, und wird in der Hitze zerstört; mit Bleisuperoxyd giebt es Harnstoff und kohlensaures Bleioxyd.

1 At. Alloxan	N_4 C_8 H_8 O_{10}
+ 4 At. Sauerstoff . . .	O_4
	N_4 C_8 H_8 O_{14}

setzt sich um in

1 At. Harnstoff	N_4 C_2 H_8 O_2
6 At. Kohlensäure . . .	C_6 O_{12}
	N_4 C_8 H_8 O_{14}

2. Alloxansäure (Brugnatelli's erythrische Säure), N_4 C_8 H_4 O_8. Krystallisirt nimmt sie noch 1 Atom Wasser auf. Sie bildet sich bei der Vereinigung des Alloxans mit Alkalien. Durch Zusatz von Barytwasser zu Alloxanlösung schlägt sich alloxansaure Baryterde nieder, die durch Schwefelsäure zersetzt wird. Die Alloxansäure ist eine strahlig krystallinische, sehr leicht lösliche saure Masse, löst Zink unter Wasserstoffentwickelung auf, wird durch Schwefelwasserstoff nicht verändert.

3. Mesoxalsäure C_3 O_4 + 1 Atom Wasser. Wenn die Auflösung des alloxansauren Baryts bis zum Sieden erhitzt wird, so theilt sich die Säure in Harnstoff, der sich auflöst, und in Mesoxalsäure, die an die Basis tritt.

1 At. Alloxansäurehydrat . .	N_4 C_8 H_8 O_{10}
zerfällt in:	
1 At. Harnstoff	N_4 C_2 H_8 O_2
2 At. Mesoxalsäure . . .	C_6 O_8
	N_4 C_8 H_8 O_{10}

Die Mesoxalsäure ist krystallisirbar, sehr sauer, leicht löslich; charakteristisch ist ihr Verhalten gegen Silbersalze. Mit Alkali gesättigt giebt sie mit salpetersaurem Silber einen gelblichen Niederschlag, der bei gelindem Erhitzen unter heftiger Kohlensäureentwickelung zu metallischem Silber reducirt wird.

4. Mykomelinsäure, $N_8 C_8 H_{10} O_5$. Alloxan in kaustischem Ammoniak gelöst bildet mykomelinsaures Ammoniak.

	1 At. Alloxan . . .	$N_4 C_8 H_8 O_{10}$
+	2 At. Ammoniak . .	$N_4 \quad H_{12}$
		$N_8 C_8 H_{20} O_{10}$

bilden:

1 At. Mykomelinsäure	$N_8 C_8 H_{10} O_5$
5 At. Wasser . . .	$H_{10} O_5$
	$N_8 C_8 H_{20} O_{10}$

Durch verdünnte Schwefelsäure wird die Mykomelinsäure aus dem Salze abgeschieden. Sie ist nach dem Trocknen gelb, erdig, geschmacklos, in kaltem Wasser schwer, in heißem etwas leichter löslich. Das Silbersalz bildet gelbe Flocken; durch Erhitzung desselben entsteht cyansaures Ammoniak, welches sich in Harnstoff umwandelt.

5. Parabansäure, $N_4 C_6 O_4$ + 2 Aq. bildet sich, wenn Harnsäure oder Alloxan in mäßig concentrirter Salpetersäure aufgelöst, und die Lösung bis zur Syrupconsistenz abgedampft wird. Nimmt man an, daß

1 At. Uril	$N_4 C_8 \quad O_4$
aus der Salpetersäure aufnimmt .	O_4
	$N_4 C_8 \quad O_8$

so entstehen:

1 At. Parabansäure . .	$N_4 C_6 \quad O_4$
2 At. Kohlensäure . . .	$C_2 \quad O_4$
	$N_4 C_8 \quad O_8$

Die Säure krystallisirt in farblosen, breiten, dünnen Prismen, ist leicht löslich, von sehr saurem Geschmacke.

6. Oxalursäure, $N_4 C_6 H_6 O_7$. Durch starke Basen verwandelt sich die Parabansäure unter Aufnahme von Wasser in Oxalursäure.

1 At. Parabansäure . . $N_4\ C_6\ O_4$
+ 4 At. Wasser . . . . $H_8\ O_4$

= 1 At. kryst. Oxalursäure . $N_4\ C_6\ H_8\ O_8$.

Wird Parabansäure in Ammoniak gelöst, so bildet sich oxalursaures Ammoniak, aus welchem durch eine stärkere Säure die Oxalursäure als weißes, krystallinisches Pulver abgeschieden wird. Eine Lösung derselben verwandelt sich in der Siedhitze in kleesauren Harnstoff und Kleesäure.

1 At. Oxalursäure . . . . $N_4\ C_6\ H_8\ O_8$

zerfällt in

1 At. Harnstoff . . . . . $N_4\ C_2\ H_8\ O_2$
2 At. Kleesäure . . . . . $C_4\ O_6$

$N_4\ C_6\ H_8\ O_8$.

7. Alloxantin, $N_4\ C_8\ H_{10}\ O_{10}$, entsteht durch Einwirkung sehr verdünnter Salpetersäure auf Harnsäure. Es verbinden sich alsdann mit dem Uril 1 Atom Sauerstoff und 5 Atome Wasser, daneben entstehen Kohlensäure, Stickstoff, salpetersaures Ammoniak. Ferner bildet sich Alloxantin durch Zersetzung von Alloxan mittelst Salzsäure; es findet Entwickelung von Kohlensäure statt, Alloxantin scheidet sich aus, und in der Auflösung bleibt saures kleesaures Ammoniak. Auch wenn 1 Atom Wasserstoff sich mit Alloxan verbindet, so entsteht Alloxantin. Nach Einleitung von Schwefelwasserstoff in eine Alloxanlösung fällt es mit dem abgeschiedenen Schwefel nieder, und wird durch Auflösen in siedendem Wasser davon getrennt. Es krystallisirt in farblosen, kleinen, harten Prismen, wird in ammoniakalischer Luft rosen- und purpurroth, ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich. Von Salpetersäure wird es in Alloxan verwandelt; gegen Bleisuperoxyd verhält es sich wie Alloxan; in Ammoniak gelöst verwandelt es sich an der Luft unter Absorption von Sauerstoff und Bildung von Wasser in oxalursaures Ammoniak.

8. Thionursäure, $N_6\ C_8\ H_{10}\ O_{12}\ S_2$ + 2 Aq. Bei Verbindung mit Basen werden die 2 Atome Wasser gegen 2 Atome Basis ausgetauscht. Eine Alloxanlösung, mit schwefeliger Säure und nachher mit Ammoniak gesättigt und erhitzt, setzt beim Erkalten thionursaures Ammoniak ab. Die abgeschiedene Säure ist eine weiße, krystallinische, leicht lösliche saure Masse; sie enthält die Elemente von 1 Atom Alloxan, 1 Doppelatom Ammoniak und 2 Atomen schwefeliger Säure.

9. Uramil, $N_6 C_8 H_{10} O_6$. Eine Lösung von Thionursäure bis zum Sieden erhitzt zersetzt sich in Schwefelsäure und Uramil. Auch erhält man es durch Kochen einer Auflösung von thionursaurem Ammoniak mit Salzsäure

1 At. Thionursäure $N_6 C_8 H_{10} O_6 + 2 SO_3$

zerfällt in:

1 At. Uramil . .	$N_6 C_8 H_{10} O_6$	
2 At. Schwefelsäure		$2 SO_3$
	$N_6 C_8 H_{10} O_6$	$2 SO_3$.

Uramil entsteht ferner unter Bildung von Alloxan und Salzsäure, wenn eine mit Salmiak vermischte Auflösung von Alloxantin zum Sieden erhitzt wird.

2 At. Alloxantin . .	N_8	C_{16}	H_{20}	O_{20}	
1 At. Salmiak . . .	N_2		H_8		Chl_2
	N_{10}	C_{16}	H_{28}	O_{20}	Chl_2

zerfallen in:

1 At. Uramil . . .	N_6	C_8	H_{10}	O_6	
1 At. Alloxan . . .	N_4	C_8	H_8	O_{10}	
1 At. Salzsäure .			H_2		Chl_2
4 At. Wasser . .			H_8	O_4	
	N_{10}	C_{16}	H_{28}	O_{20}	Chl_2.

Das trockene Uramil ist weiß, atlasglänzend, unlöslich in kaltem Wasser, löslich in Schwefelsäure und Kali. Aus ersterer wird es durch Wasser, aus letzterem durch Säuren gefällt. Von concentrirter Salpetersäure wird es unter gleichzeitiger Bildung von Stickoxydgas und salpetersaurem Ammoniak in Alloxan verwandelt. Man kann sich das Uramil zusammengesetzt denken aus 1 Atom Uril, 1 Atom Ammoniak und 2 Atomen Wasser.

10. Uramilsäure, $N_{10} C_{16} H_{20} O_{15}$ (?) entsteht durch längeres Erhitzen von Uramil mit verdünnter Schwefelsäure; farblose glänzende Prismen, beim Trocknen rosenroth, in kaltem Wasser schwer löslich.

11. Murexid, $N_{10} C_{12} H_{12} O_8$ (purpursaures Ammoniak, Prout). Entsteht aus den vorhergenannten Stoffen auf mannichfache Weise: 1. aus Uramil, durch Erhitzen desselben mit Quecksilberoxyd und Wasser, wobei unter Reduction des Oxyds eine tief purpurrothe

Lösung entsteht, aus welcher das Murexid beim Erkalten krystallisirt. 2. Aus Uramil, durch Auflösen in heißem Ammoniak und Aussetzen an die Luft oder durch Zusatz von Alloxan. 3. Aus Alloxantin, wenn man dessen siedendheiße Lösung mit überschüssigem Ammoniak und dann mit Alloxan versetzt. 4. Aus Harnsäure, welche man in verdünnter Salpetersäure auflöst und mit Ammoniak sättigt.

Sobald das Murexid gebildet ist, färben sich die Flüssigkeiten tief purpurroth. Es krystallisirt in kurzen, vierseitigen Prismen, wovon zwei Flächen gleich den Flügeldecken der Goldkäfer metallisch glänzendes, grünes Licht reflectiren. Bei durchfallendem Lichte sind die Krystalle granatroth, durchsichtig. Zerrieben stellen sie ein braunrothes Pulver dar, welches durch den Polirstahl glänzend metallisch grün wird. Es ist schwer löslich in kaltem Wasser, dem es eine prachtvoll purpurrothe Färbung ertheilt, leichter in kochendem Wasser, nicht in Aether und Alkohol. In Kalilauge löst es sich mit prächtig indigblauer Farbe. Nach Fritsche[1] wäre das Murexid in der That purpursaures Ammoniak. Die Purpursäure läßt sich nicht isolirt darstellen und verwandelt sich, aus ihren Salzen gefällt, sogleich in Murexan. Durch Zersetzung des purpursauren Ammoniaks mittelst Salzen kann man aber die Purpursäure auf andere Basen übertragen. In ihren Salzen besteht sie aus $N_{10} C_{16} H_4 O_{10}$.

12. Murexan, $N_4 C_6 H_8 O_5$ (Purpursäure Prout), entsteht auf mehrfache Weise durch Zersetzung des Murexids. Die blaue Lösung des letzteren in Kalilauge schwindet beim Erwärmen unter Entwickelung von Ammoniak. Alsdann fällen Säuren aus der farblosen Lösung das Murexan als einen aus gelblichen, perlmutterglänzenden Blättchen bestehenden Niederschlag. Aus der siedendheiß gesättigten Lösung des Murexids in Wasser wird durch Salzsäure Murexan gefällt, unter Bildung von Ammoniak, Alloxan, Alloxantin und Harnstoff. Wird Schwefelwasserstoff durch eine Lösung von Murexid geleitet, so schlägt sich Murexan nieder und in der Flüssigkeit bleibt Alloxantin und Ammoniak. Das Murexan ist ein leichtes, lockeres, seidenglänzendes Pulver, das sich in ammoniakalischer Luft röthet; in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich, löslich in concentrirter Schwefelsäure. Die Ammoniaklösung färbt sich an der Luft purpurroth und setzt Krystalle von Murexid ab.

[1] Löwig, organ. Chemie. II, 429.

Die Harnsäure ist eine der schwächsten Säuren und verhält sich in ihrer Verwandtschaft zu Basen ungefähr wie die Kohlensäure und die Fettsäuren. Die meisten Salze sind schwer löslich in Wasser, leicht in überschüssigem Kali, und bilden weiße, erdige, geschmacklose Pulver. Das Kali-, Natron- und Ammoniaksalz bedürfen fast 500 Theile Wasser zur Lösung.

B. Stickstofflose Materien.

I. Milchzucker.

Findet sich in der Milch des Menschen und der Säugethiere und wahrscheinlich auch in der milchähnlichen Flüssigkeit, welche zuweilen bei unterdrückter Milchabsonderung aus dem Darme entleert oder in die Höhlen seröser Häute ergossen wird. Schreger[1] fand ihn in einer, in dem Peritoneum angesammelten, milchartigen Flüssigkeit. Von der menschlichen Milch macht der Milchzucker 4,7 Proc. oder $^2/_5$ der festen Bestandtheile aus. Aus der von Fett und Käse befreiten und bis zur Honigdicke eingedampften Milch schießt der Milchzucker nach dem Erkalten in Krystallen an und wird durch wiederholtes Auflösen und Krystallisiren gereinigt.

Der Milchzucker der menschlichen wie der Kuhmilch bildet weiße, vierseitige, mit vier Flächen zugespitzte Säulen von blätterigem Gefüge. Spec. Gewicht = 1,543. Er ist viel härter, als Rohrzucker, von schwach süßem, zugleich sandigem Geschmacke, der menschliche etwas süßer, als der Kuhmilchzucker. Der letztere ist in 5—7 Theilen kaltem und in $2^1/_2$—4 Theilen kochendem Wasser löslich, der Milchzucker der Menschenmilch löst sich etwas leichter. Er löst sich in wässerigem Weingeist, nicht in absolutem, und wird durch Alkohol aus der wässerigen Lösung gefällt; auch in Aether ist er unlöslich. Mäßig erwärmt verliert er 12 Proc. Wasser und geht in den wasserfreien Zustand über. Der geschmolzene Milchzucker ist durchsichtig, farblos und erstarrt zu einer weißen, undurchsichtigen Masse.

1 Fluidorum corporis animalis chemiae nosolog. specimen. Erl. 1800. p. 52.

Nach Berzelius besteht der Milchzucker aus $C_6 H_{10} O_5$ und wasserfrei aus $C_5 H_8 O_4$; Liebig giebt folgende Zusammensetzung an: $C_{12} H_{24} O_{12} = C_{12} H_{22} O_{11} + 1$ Aq. $= C_{12} H_{20} O_{10} + 2$ Aq. Löwig hält die letztere Formel für wahrscheinlicher, da sie mit der Zusammensetzung des Rohrzuckers, der Stärke und des Gummi übereinstimmt, die unter denselben Umständen, wie Milchzucker, in Traubenzucker übergehen.

Nach Marchand[1] wird Milchzucker schon bei gewöhnlicher Temperatur in 10—12 Tagen zersetzt und dunkelbraun; eine wässerige und concentrirte Auflösung desselben setzt sich freiwillig in Milchsäure um. Bekanntlich fanden verschiedene Beobachter die Reaction der Milch verschieden; die Kuhmilch soll meistens Lakmuspapier röthen; die menschliche Milch fanden Donné und Simon im frischen Zustande alkalisch; mir kam sie neutral vor. Jedenfalls aber reagirt sie nach einiger Zeit sauer und es ist wahrscheinlich, daß die Milchsäure, von welcher die saure Reaction herrührt, auf Kosten des Zuckers gebildet werde. Die Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure erfolgt auch durch Lab (s. Käsestoff). In der Hitze wird der Milchzucker braun, leichter in Wasser löslich, verliert seinen süßen Geschmack und die Fähigkeit zu krystallisiren. Mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure gekocht, verwandelt er sich in Traubenzucker, von welchem er nur durch ein Atom Wasser sich unterscheidet. Durch Hefe und andere stickstoffhaltige Substanzen, Käsestoff, Kleber u. dgl. wird er in geistige Gährung übergeführt, wahrscheinlich erst, nachdem er zuvor in Traubenzucker übergegangen ist.

Wird fein gestoßener Milchzucker in Chlorgas gebracht, so absorbirt er dasselbe und entwickelt eben so viel Kohlensäure, dabei wird er halbflüssig, röthlich, in Wasser leicht löslich; die Lösung läßt bei Zusatze von Alkohol unveränderten Milchzucker fallen. Concentrirte Schwefelsäure verwandelt ihn, wie den Rohrzucker, in Humussäure und Humus, Salpetersäure wandelt ihn in Schleimsäure um unter gleichzeitiger Bildung von Kleesäure und Kohlensäure. Es ist möglich, daß der Milchzucker durch bloße Aufnahme von Sauerstoff in Schleimsäure übergeht, denn:

1 At. Milchzucker	. . .	$C_{12} H_{20} O_{10}$
+ 6 At. Sauerstoff	. . . .	O_6
= 2 At. Schleimsäure	. . .	$C_{12} H_{20} O_{16}$

[1] Berl. Encyclop. Art. Milch.

Die nebenbei entstehende Klee- und Kohlensäure kann man mit Liebig als weitere Zersetzungsproducte der Schleimsäure ansehen. Die Schleimsäure ist eine schwache Säure, stellt ein sandiges, weißes, wenig säuerliches Pulver dar, das sich nicht in Weingeist, schwer in kaltem Wasser und in 60—80 Theilen kochendem Wasser auflöst. Die Salze derselben sind, mit Ausnahme der Alkalisalze, unlöslich. Mit einem Atom Wasser setzt sich die Schleimsäure in Metaschleimsäure um, die in Alkohol löslich ist und lösliche Salze bildet.

Mischt man Milchzucker mit Kalihydrat und Wasser, so bildet sich eine braune, in Alkohol unlösliche Masse, welche Kohlensäure, Essigsäure und eine eigenthümliche braune Materie enthält, von fadem und bitterem Geschmacke.

Von den Verbindungen des Milchzuckers sind die mit Säuren nur wenig untersucht. Man kennt Verbindungen desselben mit Bleioxyd in verschiedenen Verhältnissen. Wird Bleioxyd längere Zeit mit einer Lösung von Milchzucker digerirt, so entstehen drei Verbindungen: die mit dem Maximum des Zuckers bleibt gelöst, eine zweite, mit weniger Zucker, erhält sich suspendirt, die dritte, mit dem Maximum des Bleioxyds, fällt zu Boden.

II. Milchsäure.

Die Milchsäure ist eben so verbreitet, wie die Extractivstoffe; in allen Säften des Körpers und in allen Absonderungen erscheint sie entweder an Basen gebunden oder auch frei. Die freie Säure, die im Fleische und Schweiße, beständig und häufig im Urin und der Milch gefunden wird, ist Milchsäure; die Basen, mit welchen sie verbunden vorkommt, sind Natron, Kali, Kalk, Talk, Ammoniak und Harnstoff. In der Milch erzeugt sie sich, wenn sie von Anfang nicht vorhanden war, sehr bald und wahrscheinlich aus dem Milchzucker; beide sind polymerische Verbindungen und ein Atom Milchzucker enthält die Elemente von 2 Atomen Milchsäure. Berzelius hält die Milchsäure für ein Zersetzungsproduct, welches bei der Ernährung gebildet werde; vielleicht verdankt sie ihren Ursprung den stärke- und zuckerhaltigen Nahrungsmitteln. Viele vegetabilische Stoffe, in welchen diese Substanzen enthalten sind, liefern bei der freiwilligen Zersetzung unter andern Producten auch Milchsäure; so entsteht sie namentlich bei der Gährung des Sauerkrautes, des Runkelrübensaftes, des Mehlkleisters u. a. Nach

schweimmend. Unter dem Mikroskop scheinen sie aus Fäden gebildet, die von Strecke zu Strecke in Kügelchen anschwellen[1]. Das Serolin ist leichter, als Wasser, schmilzt schon bei + 36°; es kann größtentheils unverändert sublimirt werden, wobei jedoch der Theil, welcher zerstört wird, ammoniakalische Dämpfe von eigenthümlichem Geruche ausstößt. Aether löst das Serolin leicht, kalter Alkohol löst es fast gar nicht und auch kochender nur in geringer Menge. Gegen Schwefelsäure verhält es sich wie Cholestearin

B. Eigentliche, verseifbare Fette.

a. Fettbasen.

Man kennt drei Körper, Oxyde verschiedener Radicale, welche *als Basen* in den thierischen Fetten auftreten, das Glycerin, Cetyloxyd und Cerain. Von diesen ist das erste am meisten verbreitet und bildet auch allein die Basis der Fettarten des Menschen; das Cetyloxyd ist im Walrath, das Cerain im Bienenwachs enthalten.

Glycerin.

Das Glycerin wird aus den Fetten durch den Verseifungsproceß abgeschieden, indem man die Säure des Fettes an eine stärkere Basis treten läßt. Am reinsten und leichtesten erhält man es, wenn man ein thierisches Fett mit Bleioxyd kocht. Das fettsaure Bleioxyd ist eine in Wasser unlösliche Masse (Pflaster), das Glycerin bleibt in Wasser gelöst, die wässerige Lösung wird durch Schwefelwasserstoff vom übrigen Bleioxyd befreit, abgedampft und über Schwefelsäure im luftleeren Raume vollends getrocknet.

Das Glycerin ist eine nicht krystallisirbare, klare Flüssigkeit von 1,280 spec. Gewicht, von etwas gelblicher Farbe, ohne Geruch, von ausgezeichnet süßem Geschmacke, in Wasser und Alkohol leicht, in Aether unlöslich. Erhitzt entwickelt es zuerst Wasserdämpfe, dann unter Temperaturerhöhung weiße, schwere, dem Honig ähnlich riechende Dämpfe. Es löst eine Menge von Stoffen auf, namentlich Jod, vegetabilische Säuren, die zerfließenden Salze, schwefelsaures Kali, Natron, Kupferoxyd, salpetersaures Silberoxyd, kaustisches Kali, Natron und in geringer Menge auch Bleioxyd.

[1] *Denis, essai.* p. 146.

Milch, im Urin und anderen Secreten gelöst erhalten. Vielleicht wird eine übermäßige Entwickelung von Milchsäure im Magen oder Blute Ursache der Knochenerweichung, eben dadurch, daß sie die Ausscheidung der Knochenerde verhindert oder die ausgeschiedene auflöst (Marchand).

Die Milchsäure besteht wasserfrei aus $C_6 H_{10} O_5$. Die Formel des Hydrates ist $C_6 H_{10} O_5 + Aq$. Atomgewicht = 1021. Bei der trockenen Destillation der Milchsäure erhält man ein weißes Sublimat, sublimirte oder Brenzmilchsäure, welche $C_6 H_8 O_4$ enthält und, wenn sie in Wasser gebracht wird, sich wieder in gewöhnliche Milchsäure verwandelt. Es läßt sich deshalb annehmen, daß die Brenzmilchsäure wasserfreie Säure sei ($C_4 H_8 O_4$), das Milchsäurehydrat 2 Atome Wasser enthalte ($C_4 H_8 O_4 + 2 Aq.$) und in Verbindung mit Basen ein Atom Wasser verliere, das andere aber zurückbehalte. Dagegen spricht indeß, daß das milchsaure Zinkoxyd selbst bei 250° eine Säure von $C_4 H_{10} O_5$ enthält, und daß die sublimirte Milchsäure sich in Weingeist auflöst, ohne ihn durch Entziehung von Wasser in Aether zu verwandeln.

In höherer Temperatur entwickelt die Milchsäure, außer der erwähnten Brenzmilchsäure, auch Essigsäure und die gewöhnlichen brennbaren Gase. Die Milchsäure der Salze in organischen Substanzen wird, wie bekannt, beim Einäschern in Kohlensäure umgewandelt. Durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure und Aufnahme von Sauerstoff aus derselben geht die Milchsäure in Kleesäure über, wobei sich Kohlensäure und Wasser bilden müssen.

Die Milchsäure ist eine ziemlich starke Säure und scheidet die Essigsäure aus ihren Verbindungen aus. Die meisten milchsauren Salze sind in Wasser löslich und besitzen die Fähigkeit zu krystallisiren; das Baryt- und Bleisalz trocknen zu einer gummiartigen Masse ein. Milchsaures Kali und Natron ziehen aus der Luft Feuchtigkeit an; sie lösen sich auch in Alkohol.

III. Fette.

Man bezeichnet mit dieser Benennung stickstofffreie, in Wasser unlösliche, in heißem Alkohol und Aether lösliche Verbindungen, von sehr verschiedener Zusammensetzung. Einige der hieher gehörigen Körper haben nämlich das Eigenthümliche, daß sie durch starke Basen, namentlich durch Alkalien und Bleioxyd zerlegt werden. Ei

die beiden erstgenannten Säuren haben sich aber durch die Untersuchungen von Redtenbacher, Varrentrap und Bromeis[1] als verschiedene Oxydationsstufen desselben Radicals erwiesen, welches man mit dem Namen Margaryl bezeichnen kann. In der Butter kommen außer den genannten Säuren noch Buttersäure, Caprin- und Capronsäure vor, ebenfalls in Verbindung mit Glycerin als Butyrin, Capron und Caprin. Diese Säuren zeichnen sich durch ihren Geruch und ihre Flüchtigkeit aus, indem sie mit Wasser unzersetzt destillirt werden können. Im Gehirn existirt nach Frémy[2] noch eine eigenthümliche Fettsäure, Acide cérébrique. Ich übergehe die nicht geringe Zahl derjenigen fetten Säuren, die nur bei gewissen Thierspecies oder nur im Pflanzenreiche gefunden werden.

1. Margaryl und dessen Oxyde.

Wenn man Hammeltalg durch Kali verseift, die Seife in 6 Theilen warmem Wasser löst, noch 45 Theile kaltes Wasser hinzufügt und die Lösung bei + 15° stehen läßt, so setzen sich nach einiger Zeit Blättchen von doppelt stearinsaurem Kali, mit doppelt margarinsaurem und etwas ölsaurem Kali gemengt, zu Boden. Sättigt man alsdann das freie Kali der überstehenden Flüssigkeit mit einer Säure und verdünnt man sie abermals, so wird wieder margarin- und talgsaures Kali gefällt. Wenn diese Operation mehrmals wiederholt wird, so bleibt nur ölsaures Kali in der Auflösung. Die Niederschläge werden gewaschen, getrocknet und in kochendem Weingeist gelöst. Beim Erkalten scheidet sich zuerst das talgsaure Kali, als das schwerer schmelzbare, ab, gemengt mit einer geringen Menge von margarinsaurem Kali; je öfter man dies Gemenge wieder in heißem Weingeist auflöst und beim Erkalten trennt, um so sicherer ist man, daß alles margarinsaure Salz im Weingeist zurückgehalten wird. Das reine talgsaure Kali wird durch Kochen in Wasser und verdünnter Salzsäure zersetzt, die abgeschiedene Talgsäure in kochendem Weingeist gelöst, aus welchem sie beim Erkalten in weißen Blättchen krystallisirt. Auf dieselbe Weise wird aus reinem margarinsaurem Kali die Margarinsäure erhalten. Um Margarinsäure darzustellen, bedient man sich aber besser eines Fettes, in welchem Margarin in

[1] Ann. d. Pharm. XXXV, 46. XXXVI, 58.

[2] *Comptes rendus. 1840. 9. Nov.*

Das Cholestearin krystallisirt in weißen, perlmutterglänzenden, sich zart anfühlenden, zuweilen sehr großen Blättern. Es ist geschmack- und geruchlos, in Aether und kochendem Alkohol, nicht in Wasser löslich; in kaltem Weingeist löst es sich nur wenig, leicht auch in fetten Oelen. Die Lösungen wirken nicht auf Pflanzenfarben. Nach Wagner löst sich ein Theil Cholestearin in Wasser, welches 4 Theile Seife aufgelöst hat, kann aber hernach aus der Lösung nicht wieder gewonnen werden. Es ist leichter als Wasser, schmilzt bei + 145° und erstarrt wieder bei 115°. Bei abgehaltener Luft läßt es sich unverändert sublimiren; an der Luft erhitzt, verbrennt es mit heller Flamme. Alkalien haben keine Wirkung auf Cholestearin.

Chevreul, Couerbe und Marchand haben Analysen des Cholestearins mit sehr übereinstimmenden Resultaten mitgetheilt. Es fanden

	Chevreul	Couerbe	Marchand	
Kohlenstoff	85,095	84,895	85,36	84,79
Wasserstoff	11,880	12,099	11,99	12,35
Sauerstoff	3,025	3,006	2,65	2,86.

Die danach berechnete Formel ist $C_{37}\ H_{64}\ O$, das Atomgewicht 3328,552. Das aus der Auflösung in Alkohol anschießende Cholestearin scheint chemisch gebundenes Wasser zu enthalten, nach Gmelin 5,1 Proc. seines Gewichts. Es entweicht beim Erhitzen der Krystalle im Wasserbade, ohne daß diese ihr Ansehen verändern.

Cholestearin, mit Schwefelsäure behandelt, färbt die Säure gelb, wird klebrig und verwandelt sich in eine pechartige Masse. Durch Salpetersäure verwandelt es sich in Cholestearinsäure $N\ C_{13}\ H_{20}\ O_6$; diese Säure krystallisirt in gelblichen Nadeln, hat einen butterähnlichen Geruch, löst sich schwer in Wasser, leicht in Weingeist, Aether, Essigäther und in flüchtigen Oelen, nicht in Fetten. Mit den Salzbasen giebt sie gelb oder roth gefärbte Verbindungen, welche von allen Säuren, außer Kohlensäure, zersetzt werden und sich zum Theil leicht, zum Theil schwer in Wasser lösen.

2. Serolin.

Von Boudet im Blute entdeckt. Es wird durch kochend heißen Alkohol aus dem eingetrockneten Blute ausgezogen und scheidet sich beim Erkalten des Alkohols in Flocken ab, von perlmutterglänzendem Ansehen, fettig anzufühlen, weder sauer noch alkalisch

Auf dieselbe Weise entsteht bei Behandlung der Stearinsäure mit Schwefelsäure und Chromsäure, unter Abscheidung von Chromoxyd, Margarinsäure. Bei der Destillation der Talgsäure entwickelt sich, außer Margarinsäure, noch eine niedrigere Oxydationsstufe des Margaryls, das Margaron (Margaryloxyd), C_{33} H_{66} O, unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasser. Redtenbacher nimmt an, daß die Stearinsäure in der Wärme zuerst in Margarinsäurehydrat und Margaron zerfalle, wie Unterschwefelsäure in Schwefelsäure und schwefelige Säure, und daß dann ein Theil der Margarinsäure sich ebenfalls in Margaron und die übrigen Zersetzungsproducte trenne. Das Margaron ist eine blendend weiße, perlmutterglänzende, bei 76° schmelzbare Masse. Es ist in Wasser unlöslich, löst sich aber in kochendem Alkohol und Aether.

Wenn Stearin- oder Margarinsäure mehrere Tage lang in der Wärme mit Salpetersäure behandelt werden, so gehen sie ganz in Bernsteinsäure und Korksäure über.

Die Talgsäure löst sich in Schwefelsäure und bildet mit ihr eine krystallisationsfähige Verbindung, die nicht weiter untersucht ist. Auch entsteht durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Margarin ein neuer Körper, Margarinschwefelsäure, vielleicht eine Verbindung von Schwefelsäure und Margarinsäure. Aus derselben entwickeln sich theils in der Hitze, theils bei gewöhnlicher Temperatur verschiedene Stoffe, von Frémy Hydromargarinsäure, Metamargarinsäure und Hydromargaritinsäure genannt, auf welche ich nicht weiter eingehe.

Die Talg- und Margarinsäure sind schwache Säuren; sie verbinden sich mit Basen und treiben in hoher Temperatur die Kohlensäure aus ihren Verbindungen aus, werden aber von den meisten übrigen Säuren aus ihren Salzen ausgeschieden. Die neutralen Salze der Talg- und Margarinsäure mit den reinen Alkalien sind in Wasser löslich, die sauren Salze (es giebt doppelt bis vierfach talgsaures Kali und Natron) und die Salze mit allen übrigen Basen lösen sich nicht in Wasser. Talgsaurer Baryt, Strontian und Kalk erscheinen als geschmack- und geruchlose weiße Pulver; die talgsauren reinen Alkalien krystallisiren in Gestalt glänzender Schüppchen und Blätter. Neutrales talgsaures Kali und Natron kommen in thierischen Flüssigkeiten, namentlich in der Galle vor[1].

[1] Gmelin, Chemie. II, 1430.

Man betrachtet das Glycerin als Hydrat eines Oxyds, dessen Radical, Glycyl, noch nicht isolirt dargestellt ist. Nach Pelouze ist das Glycerin zusammengesetzt aus $C_6 H_{14} O_5 + Aq.$, das Atomgewicht des wasserfreien Glycerins oder Glycyloxyds, wie es in Verbindungen erscheint = 1045,96. Stenhouse[1] nimmt für das Glycyloxyd die Formel $C_3 H_4 O$ an.

In hoher Temperatur destillirt ein Theil Glycerin unverändert über, ein anderer zersetzt sich in brenzliche Oele, Essigsäure, brennbare Gase, und hinterläßt einen kohligen Rückstand. Chlor zersetzt das Glycerin, es bildet sich Salzsäure und Chlorglycerin ($C_6 H_{11} O_5 Chl_3$), eine ölartige Flüssigkeit. Durch Salpetersäure wird Glycerin in Kohlensäure, Kleesäure und Wasser verwandelt. Wird es mit Kalihydrat erwärmt, so entwickelt sich Wasserstoff unter Bildung von Essigsäure und Ameisensäure.

Glycerin verbindet sich mit Schwefelsäure. Wenn man zu einem Gemisch von Schwefelsäure und Glycerin in Wasser Kalkmilch hinzufügt bis zur Sättigung, so bleibt in der abfiltrirten Flüssigkeit eine Mischung von Glycerinschwefelsäure und Kalk aufgelöst, aus welcher man durch Kleesäure den Kalk abscheidet. Die Glycerinschwefelsäure (saures schwefelsaures Glycyloxyd) ist in der verdünnten wässerigen Auflösung farblos, geruchlos, stark sauer; sie zerfällt leicht in Schwefelsäure und Glycerin. Zusammensetzung = $C_6 H_{14} O_5 + 2 SO_3$. Die Verbindungen der Glycerinschwefelsäure mit Kalk und anderen Basen sind Doppelsalze von 2 Atomen Schwefelsäure, 1 Atom Glycyloxyd und 1 Atom der anderen Basis. Sie entstehen durch Zersetzung von kohlensauren Alkalien mittelst Glycerinschwefelsäure und lösen sich leicht in Wasser. Das Kalksalz krystallisirt in farblosen Nadeln.

b. Säuren der Fette.

Alle Fette können, durch Behandlung mit Alkohol und Aether oder durch Auspressen bei verschiedenen Temperaturgraden in mehrere Körper zerlegt werden, die sich durch den verschiedenen Grad der Schmelzbarkeit und durch manche andere Eigenschaften charakterisiren. Diese Körper sind Verbindungen des Glycerins mit verschiedenen Säuren. Man unterschied Stearin, Margarin und Olein und danach Talg- oder Stearinsäure, Margarinsäure und Oleinsäure

1 Ann. d. Pharmacie. XXXVI, 25.

Die beiden erstgenannten Säuren haben sich aber durch die Untersuchungen von Redtenbacher, Varrentrap und Bromeis[1] als verschiedene Oxydationsstufen desselben Radicals erwiesen, welches man mit dem Namen Margaryl bezeichnen kann. In der Butter kommen außer den genannten Säuren noch Buttersäure, Caprin- und Capronsäure vor, ebenfalls in Verbindung mit Glycerin als Butyrin, Capron und Caprin. Diese Säuren zeichnen sich durch ihren Geruch und ihre Flüchtigkeit aus, indem sie mit Wasser unzersetzt destillirt werden können. Im Gehirn existirt nach Fremy[2] noch eine eigenthümliche Fettsäure, Acide cérébrique. Ich übergehe die nicht geringe Zahl derjenigen fetten Säuren, die nur bei gewissen Thierspecies oder nur im Pflanzenreiche gefunden werden.

1. Margaryl und dessen Oxyde.

Wenn man Hammeltalg durch Kali verseift, die Seife in 6 Theilen warmem Wasser löst, noch 45 Theile kaltes Wasser hinzufügt und die Lösung bei + 15° stehen läßt, so setzen sich nach einiger Zeit Blättchen von doppelt stearinsaurem Kali, mit doppelt margarinsaurem und etwas ölsaurem Kali gemengt, zu Boden. Sättigt man alsdann das freie Kali der überstehenden Flüssigkeit mit einer Säure und verdünnt man sie abermals, so wird wieder margarin- und talgsaures Kali gefällt. Wenn diese Operation mehrmals wiederholt wird, so bleibt nur ölsaures Kali in der Auflösung. Die Niederschläge werden gewaschen, getrocknet und in kochendem Weingeist gelöst. Beim Erkalten scheidet sich zuerst das talgsaure Kali, als das schwerer schmelzbare, ab, gemengt mit einer geringen Menge von margarinsaurem Kali; je öfter man dies Gemenge wieder in heißem Weingeist auflöst und beim Erkalten trennt, um so sicherer ist man, daß alles margarinsaure Salz im Weingeist zurückgehalten wird. Das reine talgsaure Kali wird durch Kochen in Wasser und verdünnter Salzsäure zersetzt, die abgeschiedene Talgsäure in kochendem Weingeist gelöst, aus welchem sie beim Erkalten in weißen Blättchen krystallisirt. Auf dieselbe Weise wird aus reinem margarinsaurem Kali die Margarinsäure erhalten. Um Margarinsäure darzustellen, bedient man sich aber besser eines Fettes, in welchem Margarin in

[1] Ann. d. Pharm. XXXV, 46. XXXVI, 58.

[2] *Comptes rendus. 1840. 9. Nov.*

größerer Menge enthalten ist, als im Hammeltalg, namentlich des Menschenfettes.

Die Talgsäure schmilzt bei + 70°. Aus Alkohol krystallisirt bildet sie glänzende, weiße Schuppen oder Blättchen, nach Chevreul erstarrt sie beim Erkalten zu Gruppen von glänzenden, weißen, in einander verwebten Nadeln. Das spec. Gewicht der festen Säure beträgt 1,01. Sie ist in Wasser ganz unlöslich, löst sich aber leicht in Aether und kochendem Alkohol und krystallisirt aus dem letzteren bei + 50° heraus. Ihre weingeistige Lösung röthet Lakmus. Im luftleeren Raume erhitzt, verflüchtigt sie sich, ohne eine Zersetzung zu erleiden; an der Luft zersetzt sie sich beim Ueberdestilliren leicht. Sie brennt mit heller Flamme, wie Wachs.

Die Margarinsäure unterscheidet sich von der Stearinsäure fast nur durch die leichtere Schmelzbarkeit. Ihr Schmelzpunkt liegt schon bei 60°. Sie krystallisirt in Nadeln, welche kleiner und weniger glänzend sind, als die der Talgsäure.

Die Stearinsäure besteht aus C_{68} H_{132} O_5. Atomgewicht = 6521,2. In 100 Theilen nach Redtenbacher:

Kohlenstoff	79,70
Wasserstoff	12,63
Sauerstoff	7,67.

Im isolirten Zustande ist sie mit 2 Atomen Wasser verbunden (Stearinsäurehydrat), welche bei Verbindung mit Basen abgeschieden werden. Die Margarinsäure enthält in 100 Theilen:

Kohlenstoff	78,53
Wasserstoff	12,44
Sauerstoff	9,06.

Die Formel ist C_{34} H_{66} O_3, Atomgewicht 3310,6. Das Hydrat enthält ein Atom Wasser. Das Radical beider Säuren, Margaryl, hat demnach C_{34} H_{66}; 2 Atome desselben mit 5 Atomen Sauerstoff bilden Talgsäure, Untermargarylsäure = 2 (C_{34} H_{66}); Ein Atom Margaryl mit 3 Atomen Sauerstoff bildet die Margarin- oder Margarylsäure. Talgsäure verwandelt sich, wenn sie in der Siedhitze kurze Zeit mit concentrirter Salpetersäure behandelt wird, durch Aufnahme von Sauerstoff vollständig in Margarinsäure:

1 At. Talgsäurehydrat . .	C_{68} H_{132} O_5 + 2 Aq.
+ 1 At. Sauerstoff	O
= 2 At. Margarinsäurehydrat	C_{68} H_{132} O_6 + 2 Aq.

Auf dieselbe Weise entsteht bei Behandlung der Stearinsäure mit Schwefelsäure und Chromsäure, unter Abscheidung von Chromoxyd, Margarinsäure. Bei der Destillation der Talgsäure entwickelt sich, außer Margarinsäure, noch eine niedrigere Oxydationsstufe des Margaryls, das Margaron (Margaryloxyd), C_{33} H_{66} O, unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasser. Redtenbacher nimmt an, daß die Stearinsäure in der Wärme zuerst in Margarinsäurehydrat und Margaron zerfalle, wie Unterschwefelsäure in Schwefelsäure und schwefelige Säure, und daß dann ein Theil der Margarinsäure sich ebenfalls in Margaron und die übrigen Zersetzungsproducte trenne. Das Margaron ist eine blendend weiße, perlmutterglänzende, bei 76° schmelzbare Masse. Es ist in Wasser unlöslich, löst sich aber in kochendem Alkohol und Aether.

Wenn Stearin- oder Margarinsäure mehrere Tage lang in der Wärme mit Salpetersäure behandelt werden, so gehen sie ganz in Bernsteinsäure und Korksäure über.

Die Talgsäure löst sich in Schwefelsäure und bildet mit ihr eine krystallisationsfähige Verbindung, die nicht weiter untersucht ist. Auch entsteht durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Margarin ein neuer Körper, Margarinschwefelsäure, vielleicht eine Verbindung von Schwefelsäure und Margarinsäure. Aus derselben entwickeln sich theils in der Hitze, theils bei gewöhnlicher Temperatur verschiedene Stoffe, von Frémy Hydromargarinsäure, Metamargarinsäure und Hydromargaritinsäure genannt, auf welche ich nicht weiter eingehe.

Die Talg- und Margarinsäure sind schwache Säuren; sie verbinden sich mit Basen und treiben in hoher Temperatur die Kohlensäure aus ihren Verbindungen aus, werden aber von den meisten übrigen Säuren aus ihren Salzen ausgeschieden. Die neutralen Salze der Talg- und Margarinsäure mit den reinen Alkalien sind in Wasser löslich, die sauren Salze (es giebt doppelt bis vierfach talgsaures Kali und Natron) und die Salze mit allen übrigen Basen lösen sich nicht in Wasser. Talgsaurer Baryt, Strontian und Kalk erscheinen als geschmack- und geruchlose weiße Pulver; die talgsauren reinen Alkalien krystallisiren in Gestalt glänzender Schüppchen und Blätter. Neutrales talgsaures Kali und Natron kommen in thierischen Flüssigkeiten, namentlich in der Galle vor[1].

1 Gmelin, Chemie. II, 1430.

Die Verbindung der Stearin- und Margarinsäure mit Glycerin macht einen Hauptbestandtheil des Fettes aus, welches in den Zellen des Fettgewebes enthalten ist. Das doppelt stearinsaure Glycerin, doppelt untermargarylsaures Glycyloxydhydrat, gewöhnlich schlechtweg Stearin genannt, wird aus Hammeltalg gewonnen, indem man das geschmolzene Talg mit 5—6 Theilen Aether schüttelt und nach dem Erkalten stark auspreßt. Man trennt dadurch das Olein, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist. Das Stearin vollkommen rein zu erhalten, ist indeß sehr schwierig. Es schmilzt bei 62°. Im Wasser ist es unlöslich; im Alkohol löst es sich nur in der Wärme, auch Aether läßt das Stearin, das er kochend leicht auflöst, beim Erkalten größtentheils wieder fallen und erhält bei + 15° nur 1/125 seines Gewichtes gelöst. Fette und ätherische Oele, Schwefelalkohol und Holzgeist lösen das Stearin ebenfalls. Das geschmolzene und wieder erstarrte Stearin ist eine weiße, wachsartige, halb durchscheinende, nicht krystallinische Masse, läßt sich leicht zerreiben und pulvern. Aus den Auflösungen fällt Stearin in krystallinischen Blättchen oder weißen Flocken nieder. Bei der trockenen Destillation liefert das Stearin Stearinsäure und die Zersetzungsproducte derselben; durch Säuren und Basen wird es auf die angegebene Weise in Stearinsäure und Glycerin zerlegt.

Das saure (?) margarinsaure Glycerin, margarylsaure Glycyloxylhydrat oder Margarin wird gewonnen, wenn die ätherische Flüssigkeit, aus welcher Stearin abgesondert ist, der freien Verdunstung überlassen bleibt. Die Flocken, die sich abscheiden, werden durch Pressen vom Olein befreit. Das Margarin schmilzt bei 48°. Es ist in Aether viel leichter löslich, als Stearin, so daß es bei + 12° nur 5 Theile Aether zur Auflösung bedarf; in Alkohol von gewöhnlicher Temperatur ist es fast eben so leicht löslich, als in kochendem. Uebrigens verhält es sich ganz wie Stearin.

2. Oelsäure, Elainsäure oder Oleinsäure[1].

Aus dem ölsauren Kali, welches bei der Bereitung des stearin- und margarinsauren Kali gewonnen wird und in der Lösung zurückbleibt, wird die Oelsäure mittelst einer Mineralsäure ausgeschieden und durch mehrmaliges Schütteln mit warmem Wasser ausgewaschen.

[1] Nicht zu verwechseln mit Olinsäure, einer Säure, welche nur in den trocknenden Oelen aus dem Pflanzenreiche vorkommt.

ten auch Butyrin, Capron und Caprin. Andere abgesonderte Flüssigkeiten führen geringe Quantitäten von Fett mit sich, selbst der Harn. Alle Proteinverbindungen, die man aus thierischen Flüssigkeiten darstellt, enthalten einen Antheil Fett, der ihnen durch Aether oder kochenden Weingeist entzogen wird. Ob dies Fett jemals chemisch gebunden sey, muß man bezweifeln. Im Chylus und in der Milch ist es von Zellen, in Form kleiner Bläschen eingeschlossen, im Eiter scheint es die Kerne der Eiterkörperchen zu bilden, außerdem finden sich immer größere und kleinere Fetttropfen, welche sich mikroskopisch von der übrigen Flüssigkeit und auch von Fettzellen oder Bläschen unterscheiden lassen. Sie sind platt, die Fettbläschen rund, jene haben daher, obgleich die Substanz in den Tropfen und Bläschen dieselbe ist, scheinbar ein viel stärkeres Lichtbrechungsvermögen und dunklere Contouren. Die Tropfen sind außerdem von minder beständiger Größe als die Zellen, und können, wenn sie einander berühren, zusammenfließen.

Einige der thierischen Fette und gerade die verbreitetsten, kommen auch im Pflanzenreiche vor. Die Cacaobutter enthält Stearin, das Palm- und Lorberöl Margarin, das Lein-, Nuß-, Hanf- und Mohnöl und viele andere enthalten Olein.

dem man ätherische oder alkoholische Lösungen von Fett, aus welchen sich Stearin und Margarin abgesetzt haben, der Kälte aussetzt. Das Olein ist ölig, flüssig, gesteht erst bei niederer Temperatur. Es löst sich leicht in Weingeist und Aether, nicht in Wasser; verbrennt mit heller Flamme. Es löst Phosphor, Kampher, ätherische Oele, Benzoesäure und andere Säuren.

3. Buttersäure.

Die Buttersäure wird aus der Butter gewonnen. Diese wird durch Kali verseift, die aufgelöste Seife mittelst verdünnter Schwefelsäure zersetzt und destillirt. Es geht die Buttersäure, in Verbindung mit Caprin- und Capronsäure, zum Theil in Wasser aufgelöst, zum Theil auf demselben schwimmend, über, während Margarin- und Oleinsäure nebst Glycerin zurückbleiben. Das Destillat wird mit Baryt gesättigt und getrocknet. Die trockene Masse besteht aus buttersaurem, caprin- und capronsaurem Baryt. Von diesen drei Salzen ist der buttersaure Baryt am leichtesten in Wasser löslich; er bedarf nur 2,77 Theile Wasser zur Lösung und wird daher von den anderen Salzen geschieden, indem man das Gemenge wiederholt mit kleinen Quantitäten Wasser behandelt. Der buttersaure Baryt wird durch Schwefelsäure zerlegt, wobei sich die Buttersäure als eine dünne, ölartige Flüssigkeit abscheidet. Sie riech nach ranziger Butter, hat einen beißenden Geschmack, 0,9765 spec Gewicht. Sie ist noch bei — 9° flüssig, kocht über 100° un verflüchtigt sich unzersetzt. Sie brennt mit heller Flamme. In Wasser, Aether und Alkohol löst sie sich in allen Verhältnissen Aus der wässerigen Lösung wird sie durch concentrirte Säuren namentlich durch Phosphorsäure wieder abgeschieden. Die wasser freie Buttersäure besteht aus $C_7 H_{12} O_3$, das Hydrat aus $C_7 H_{12} O$ + Aq. Atomgewicht = 909,922.

Buttersäure in Verbindung mit Baryt der trockenen Destil lation unterworfen, zerlegt sich in Kohlenwasserstoff, Kohlensäur und eine ätherische Flüssigkeit, Butyron, $C_6 H_{12} O$, wasserhel dünnflüssig, von angenehm ätherischem Geruche, in Alkohol un Aether löslich.

Die buttersauren Salze sind im trockenen Zustande geruchlos beim Zusatze einer stärkeren Säure entwickelt sich sogleich der Geru der Buttersäure. Sie sind, wie es scheint, alle in Wasser lösli

und besitzen die Fähigkeit zu krystallisiren. Das buttersaure Glycerin, Butyrin, ist in der Butter enthalten in Verbindung mit Stearin, Margarin, Olein, Caprin und Capron. Steht geschmolzene und gereinigte Butter bei 19° einige Tage lang, so wird das Stearin und Margarin fest. Der flüssige Theil wird mit Weingeist von 0,796 spec. Gewicht geschüttelt, welcher das Olein ungelöst läßt und die übrigen Fette aufnimmt. Diese von einander zu trennen ist bis jetzt nicht möglich. Das Gemisch derselben, welches nach Verdunsten des Weingeistes zurückbleibt, ist ein nach Butter riechendes und schmeckendes, farbloses Oel, welches bei 0° fest wird, sich in Alkohol leicht löst. Butyrin, längere Zeit der Luft ausgesetzt, wird sauer oder ranzig, durch Entbindung von Buttersäure.

4. Capronsäure.

Die Darstellung des capronsauren Baryts und die Art, wie derselbe von dem buttersauren Baryt zu trennen, wurde so eben angegeben; nach der Abscheidung des. buttersauren Baryts bleibt er noch mit caprinsaurem Baryt verbunden; er ist leichter löslich als dieser, und scheidet sich daher beim Erkalten zuerst ab. Durch Schwefelsäure wird der capronsaure Baryt zerlegt.

Die Säure ist der Buttersäure sehr ähnlich und unterscheidet sich von ihr hauptsächlich durch ihre geringe Löslichkeit in Wasser. Sie besteht aus C_{12} H_{18} O_3 und einem Atom Wasser, welches bei Verbindung mit Basen entweicht.

5. Caprinsäure.

Das Verfahren, wodurch diese Säure gewonnen wird, ergiebt sich aus dem vorigen.

Sie ist bei niedriger Temperatur fest und besteht aus feinen Nadeln. Bei 21° bedarf sie 1000 Theile Wasser, um sich aufzulösen.

Wahrscheinlich sind die beiden letztgenannten Säuren in der Butter mit Glycerin verbunden, zu Capron und Caprin.

6. Cerebrinsäure.

Nach der vorläufigen Mittheilung von Frémy kommt im Gehirn außer Olein und Cholestearin eine eigenthümliche Säure vor,

Acide cérébrique, frei und in Verbindung mit Natron. Sie wi[illegible] getrennt erhalten, wenn man die Fette aus dem Gehirn durch heiße Alkohol auszieht und das beim Erkalten des Alkohols niederfallen[illegible] Gemisch von Cholestearin und der neuen Säure mit Aether digeri[illegible] Der Aether löst Cholestearin auf und läßt die Säure zurück.

Von den hier beschriebenen Bestandtheilen der fetten Körpe[illegible] kommen die basischen niemals nnd die sauren nur selten für sich allein vor. Die Buttersäure ist nach Berzelius frei im Harne, nach Gmelin im Magensafte, und zuweilen in der Hautausdünstung enthalten. Margarin- und Oelsäure kommt nach Le Canu frei im Blute vor. In Verbindung mit Natron finden sich einige Fettsäu[illegible] ren, wie erwähnt, in der Galle und im Gehirn. Bei weitem am häufigsten sind die Fettsäuren an Glycerin gebunden und dann wie[illegible] der auf mannichfache Weise untereinander gemischt.

Eine Mischung von Stearin, Margarin und Olein ist in de[illegible] Zellen des eigentlich sogenannten Fettgewebes enthalten, wozu auc[illegible] das Knochenmark gehört. Die relativen Quantitäten dieser Stoff[illegible] sind sehr wechselnd bei verschiedenen Thiergattungen, und danach richtet sich die Festigkeit der Fette. Je mehr Olein, um so weiche[illegible] und flüssiger das Fett; die Fette, von welchen es den Hauptbe[illegible] standtheil ausmacht, werden Oele genannt, ein Fett von mittlere[illegible] Consistenz nennt man Schmalz, die härtesten Fette Talg. Im Talg bildet hauptsächlich Stearin, im Schmalz Margarin den festen Be[illegible] standtheil. Das menschliche Fett gehört zu den Schmalzarten un[illegible] gesteht erst bei + 17° und darunter. Die Consistenz scheint auc[illegible] in demselben Körper nicht überall gleich; Nierenfett gesteht gänzli[illegible] bei 17°, das Fett des Gewebes unter der Haut ist bei 15° no[illegible] ganz flüssig (Chevreul). Schweineschmalz, welches noch ein we[illegible] nig fester ist, als das menschliche, enthält 62 Theile Olein und 3[illegible] Theile Margarin und Stearin.

Das Fett bildet außerdem einen wesentlichen oder zufällige[illegible] Bestandtheil vieler Gewebe und Flüssigkeiten. Es ist, wie erwähn[illegible] ein wesentlicher Bestandtheil des Gehirns, namentlich das Olein un[illegible] die Cerebrinsäure; es häuft sich unter Umständen in den Zellen de[illegible] Knorpel an. Constant findet es sich im Chylus, im Eiter, im Blut[illegible] in der Galle und Milch, in der Milch außer den gewöhnlichen Fe[illegible]

ten auch Butyrin, Capron und Caprin. Andere abgesonderte Flüssigkeiten führen geringe Quantitäten von Fett mit sich, selbst der Harn. Alle Proteinverbindungen, die man aus thierischen Flüssigkeiten darstellt, enthalten einen Antheil Fett, der ihnen durch Aether oder kochenden Weingeist entzogen wird. Ob dies Fett jemals chemisch gebunden sey, muß man bezweifeln. Im Chylus und in der Milch ist es von Zellen, in Form kleiner Bläschen eingeschlossen, im Eiter scheint es die Kerne der Eiterkörperchen zu bilden, außerdem finden sich immer größere und kleinere Fetttropfen, welche sich mikroskopisch von der übrigen Flüssigkeit und auch von Fettzellen oder Bläschen unterscheiden lassen. Sie sind platt, die Fettbläschen rund, jene haben daher, obgleich die Substanz in den Tropfen und Bläschen dieselbe ist, scheinbar ein viel stärkeres Lichtbrechungsvermögen und dunklere Contouren. Die Tropfen sind außerdem von minder beständiger Größe als die Zellen, und können, wenn sie einander berühren, zusammenfließen.

Einige der thierischen Fette und gerade die verbreitetsten, kommen auch im Pflanzenreiche vor. Die Cacaobutter enthält Stearin, das Palm- und Lorberöl Margarin, das Lein-, Nuß-, Hanf- und Mohnöl und viele andere enthalten Olein.

Von den

Formbestandtheilen

des

menschlichen Körpers.

Einleitung.

Der thierische Körper besteht aus einer gewissen Zahl von Organen oder Gliedern. Jedes derselben, wenn man sie einzeln betrachtet, kann man in Theile zerlegen, die unter sich keine Aehnlichkeit haben. Es zeigt sich aber bald, daß diese Theile in verschiedenen Organen sich wiederholen, indem sie theils unter sich continuirlich zusammenhängen, wie Nerven, Gefäße, Zellgewebeschichten, theils in Merkmalen mit einander übereinkommen, die wir für wesentlich halten, und sich nur in minder wichtigen Eigenschaften, in Form, Größe und dergl. von einander unterscheiden.

Die Lehre, welche sich damit beschäftigt, in verschiedenen Organen die gleichartigen Theile aufzusuchen, untereinander zu vergleichen und ihre allgemeinen, denselben überall zukommenden Charaktere festzustellen, ist die allgemeine Anatomie, Gewebelehre, Histologie; die Bestandtheile, welche die Organe zusammensetzen, heißen Gewebe.

Die Histologie ist so alt, wie die Wissenschaft von dem Bau des Körpers überhaupt; denn auch die ältesten Beobachter sahen, daß Knochen, Sehnen, Gefäße u. s. f. in allen Regionen mit denselben Eigenschaften wiederkehren, und die ältesten Aerzte setzen die Identität gewisser, in der Form und relativen Lage von einander abweichender Gebilde voraus, wenn sie z. B. für die Heilung eines Knochenbruches allgemeine, auf alle Knochen anwendbare Vorschriften geben. Es gab aber kein System der Gewebe und man war sich wohl ebenso wenig der Principien bewußt, wonach diese und jene Theile als gleichartige angesehen wurden. Falloppia, von dem das erste besondere Werk über allgemeine Anatomie her-

rührt [1], stellte zwar solche Eintheilungsgründe der Gewebe auf, z. B. nach dem Ursprunge, in Theile die aus dem Blute, und Theile, die aus dem Samen bereitet werden, oder nach der Form, in warme und kalte, feuchte und trockene Gewebe; allein er befolgt keine dieser Eintheilungen und führt nur eine Zahl von Geweben der Reihe nach auf, schildert ihre Textur und ihren Nutzen. Vor und nach ihm wurden von Einzelnen viele treffliche Beobachtungen über den feinen Bau einzelner Organe und Systeme, namentlich über die Verbreitung der feinsten Blutgefäße gemacht; aber erst zu Anfang unseres Jahrhunderts wurde die Lehre von den Geweben wieder im Zusammenhange und in einer wissenschaftlichen Form vorgetragen, welche sich fast bis auf unsere Tage erhalten und auf die Gestaltung der Physiologie und Medicin den entschiedensten Einfluß geübt hat. Der Schöpfer dieser Form, eigentlich der Schöpfer der Histologie ist Bichat.

Die Weise, in welcher Bichat die Gewebelehre bearbeitete, war zunächst durch Haller's Entdeckungen vorbereitet. Haller schrieb eine eigenthümliche Kraft, Irritabilität, denjenigen thierischen Fasern zu, welche auf Berührung durch äußere Körper sich verkürzen; je größer die Irritabilität, um so stärker die Verkürzung. Er nannte sensible Fasern die, welche auf Berührung einen Eindruck zur Seele bringen [2]. Ihn und fast alle Physiologen seiner Zeit beschäftigte zunächst die Untersuchung der Körpertheile und Gewebe in Bezug auf ihre sensible und irritable Natur. Es ging aber daraus hervor, daß an die lebenden organischen Fasern bestimmte Kräfte gebunden sind, welche durch die mannichfaltigsten äußeren Einflüsse in Thätigkeit gesetzt werden und vermöge welcher sich die organischen Fasern von allen anorganischen Körpern und unter einander selber unterscheiden. Es entwickelte sich der Begriff der physiologischen Energie der Gewebe und man erkannte die besonderen physiologischen Vorgänge als Wirkungen von besonderen reizbaren und in eigenthümlicher Weise reagirenden thierischen Materien. Von bedeutendem Einflusse auf Bichat waren ferner, wie er selbst anerkennt, die Reflexionen, welche Pinel über die Aehnlichkeit der

1 Lectiones Gabr. Fallopii de partibus similaribus humani corporis ex diversis exemplaribus a Volchero Coitero collectae. Norimb. 1775.

2 A. de Haller, *Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne. 1756. I, 7.*

pathologischen Erscheinungen in den Häuten verschiedener Organe mittheilte. „Was liegt daran," sagt dieser große Arzt, daß die Arachnoidea, die Pleura, das Peritoneum in verschiedenen Gegenden des menschlichen Körpers sich befinden, da diese Membranen allgemeine Uebereinstimmungen in ihrer Structur haben? Sie leiden im Zustande der Entzündung an gleichen Störungen und müssen daher in einer einzigen Ordnung zusammengefaßt, nur einzelne Gattungen derselben bilden"[1]. Es war ein eben so kühner, als glücklicher Gedanke, die Krankheiten der inneren Haut des Magens mit dem Katarrh der Nasenschleimhaut und der Blennorrhagie der Harnröhre zusammenzustellen. Pinel legte dadurch den ersten Grund zu der naturhistorischen Eintheilung der Krankheiten nach ihren anatomischen Charakteren, auf welche unsere Zeit so stolz ist; der Histologie aber leistete er einen doppelten Dienst, indem er ihr die Theilnahme der Aerzte zuwandte und für die Unterscheidung der Gewebe auch ihr Verhalten im krankhaften Zustande benutzen lehrte. Endlich ist auch des Antheils zu gedenken, welchen die damals schon so weit vorgeschrittene Entwickelung der physikalischen Wissenschaften an Bichat's Werken hatte. Er bemerkt mit Tadel, wie sehr die Methode der Physiologen von derjenigen abweiche, nach welcher die Physiker verfahren. Der Physiker sehe überall Erscheinungen der Schwere, Elasticität u. s. f. Der Chemiker beziehe alle Phänomene auf die Verwandtschaft. Die Physiologen aber seyen von den Phänomenen noch nicht zu den Eigenschaften der Materie aufgestiegen, in denen sie begründet sind. Die organischen und vitalen Eigenschaften der thierischen Materien zu erforschen, sey also das Erste, die Grundlage der Physiologie.

Die einzelnen Gewebe sind also nach Bichat's Sinne eben so viel verschiedene, mit besonderen Kräften begabte Stoffe, durch deren Zusammentreten die Organe gebildet werden, und von deren Eigenschaften die Wirksamkeit der Organe abhänge, wie etwa von der Elasticität des Metalls und von der Schwere des Wassers das Spiel einer Maschine bedingt sey. Er beschreibt jedes Gewebe nach seinen physikalischen und chemischen Charakteren, seinen Lebenseigenschaften und seinen krankhaften Metamorphosen. Das Material dazu liefern ihm fast allein seine eigenen Untersuchungen, Vivisectio-

1 Ph. Pinel's philosophische Nosographie. A. d. Franz. nach der sechsten Originalausgabe von Pfeiffer. Kassel 1829. Bd. I. S. XXIV. Die erste Ausgabe der Nosographie philosophique erschien 1798.

nen, Leichenöffnungen, Zerlegung der Gewebe mit dem Messer, durch Maceration und chemische Reagentien.

In Frankreich, wo Bichat selbst lehrend wirkte, und wo sein früher Tod, Folge übermäßiger Anstrengungen, die allgemeine Theilnahme erregte, hatten seine Ansichten in der kürzesten Zeit Wurzel gefaßt. Den Deutschen wurden sie durch eine Uebersetzung von Pfaff bekannt; eigentliches Leben für uns erhielten sie aber erst, als ihnen Ph. v. Walther gleichsam den Geist der zu jener Zeit bei uns herrschenden Philosophie einhauchte.

Indeß blieb Bichat's System hinter dem Ziele, dessen er sich so klar bewußt war und wonach er so eifrig strebte, in der Ausführung weit zurück. Die Gewebe, welche er für einfache hält, und die er als Grundstoffe der organischen Körper dem Wasserstoffe, Kohlenstoffe, Stickstoffe u. s. f. in der anorganischen Natur vergleicht, sind folgende:

1. das Zellgewebe,
2. das Nervengewebe des animalischen Lebens,
3. das Nervengewebe des organischen Lebens,
4. das Gewebe der Arterien,
5. das Gewebe der Venen,
6. das Gewebe der aushauchenden Gefäße,
7. das Gewebe der einsaugenden Gefäße und ihrer Drüsen,
8. das Knochengewebe,
9. das Markgewebe,
10. das Knorpelgewebe,
11. das fibröse Gewebe,
12. das Faserknorpelgewebe,
13. das Muskelgewebe des animalischen Lebens,
14. das Muskelgewebe des organischen Lebens,
15. das Schleimhautgewebe,
16. das seröse Gewebe,
17. das Gewebe der Synovialhäute,
18. das Drüsengewebe,
19. das Hautgewebe,
20. das Oberhautgewebe,
21. das Haargewebe.

Unter diesen Geweben sind die wenigsten wirklich einfach und gleichartig, die meisten sind Organe, entweder wie Arterien, Venen und Lymphgefäße und die serösen und Schleimhäute aus mehreren

Häuten von verschiedenem Baue und verschiedenen Lebenskräften zusammengesetzt, oder aus eigenthümlichen Elementen mit Zellgewebe und Gefäßen gemischt. Organe von entschieden specifischer Bildung sind übergangen, wie die gelben Bänder, die Linse und Hornhaut, Gewebe von gleicher Bildung sind in zwei und drei Classen vertheilt. Manche dieser Mängel machten sich bald bemerklich und so wurden von späteren Bearbeitern der Histologie einzelne Gewebe exterminirt, z. B. das Gewebe der aushauchenden Gefäße, andere unter einem gemeinsamen Namen zusammengefaßt, neue hinzugefügt (das Système érectile von Richerand, das elastische Gewebe von Cloquet); auch entstanden Versuche, die speciellen Gewebe in größere Gruppen und Abtheilungen zu sondern, z. B. in allgemeine und besondere (Meckel), oder in einfache und zusammengesetzte (Rudolphi, R. Wagner), in einfache, zusammensetzende und zusammengesetzte (E. H. Weber) u. s. f.[1] Alle diese Systeme waren Modificationen des Bichat'schen, aber sie gaben allmählig das Princip auf, von welchem Bichat ausgegangen war, und wenn sie auch in der Anordnung des Materials zum Theil glücklicher waren, so konnte doch eine richtige Classification bei den unzureichenden Kriterien, deren man sich bediente, nicht zu Stande kommen. Weder das äußere Ansehen, noch das chemische Verhalten ist ein wesentlicher Unterscheidungscharakter der Gewebe. Die physiologische Function ist wichtig, allein sie ist bei vielen Geweben zweifelhaft, ja sie wird häufiger aus der Aehnlichkeit ihres Baues mit anderen bekannten Geweben erschlossen, als umgekehrt aus der bekannten Function die morphologische Identität zweier Gewebe vorausgesagt werden kann. So wurde z. B. der mittleren Gefäßhaut die Contractilität abgesprochen, weil auf ihre oberflächliche Aehnlichkeit mit dem elastischen Gewebe großes Gewicht gelegt wurde; statt daß eine genauere Erforschung ihrer physiologischen

1 Eine vollständige Aufzählung der histologischen Systeme bis auf seine Zeit hat Heusinger mitgetheilt, s. dessen System der Histologie. I. 1822. S. 28—46. Von Neueren sind hinzuzufügen Blainville in Meck. Arch. VII. 585, M. J. Weber, die Zergliederungskunst d. menschl. Körpers. Bonn, 1826. I. Abthlg. *Béclard, Elémens d'anatomie générale. 2. éd. Paris,* 1827. G. Schultze, Lehrbuch der vergl. Anatomie. 1828. E. H. Weber, Hildebrandt's Anatomie Bd. I. 1830. Krause, Handbuch d. menschl. Anatomie. Bd. I. Abthlg. 1. 1833. S. 13—91. R. Wagner, Lehrbuch d. vergleichenden Anatomie. 1834. S. 54. F. Arnold, Phys. des Menschen. I. 1836. S. 109.

Verhältnisse darauf geführt haben würde, sie an die organischen Muskeln anzuschließen. Eine eigentliche Erkenntniß des Baues der Gewebe, worauf die Eintheilung sich gründen muß, ist nur möglich bei Anwendung starker Vergrößerungen, denn es erscheinen Organe dem bloßen Auge homogen, welche in der That aus Fasern oder Körnchen oder gar aus beiden zusammengesetzt sind, und Organe, die aus ganz verschiedenen Elementen gewebt sind, gleichen einander in ihren gröberen physikalischen Verhältnissen. Die folgenden Untersuchungen werden hiefür Belege genug liefern.

Zwar war das Mikroskop schon seit einer langen Reihe von Jahren in Gebrauch gekommen, allein es war nur in den Händen Einzelner und diese gingen ihren eigenen Weg. Zuerst war es die naive Freude an den Wundern dieser, dem nackten Auge verborgenen Welt, welche Männer wie Leeuwenhoek, Ledermüller, v. Gleichen zu observiren trieb. Der Erste erzählt oft in seinen Briefen, wie ihm eines Morgens der Einfall gekommen sey, diese und jene Materie zu untersuchen, heute Schleim aus seinen Zähnen, morgen Bodensatz aus seinem Wein. Diese erste Periode kindlicher Neugier macht wohl Jeder, der in den Besitz eines Mikroskops gelangt, wieder durch. Häufig wird Leeuwenhoek auch durch eine Entdeckung auf eine Reihe methodischer Beobachtungen geführt, oft macht er die glücklichsten Anwendungen auf physiologische Vorgänge, z. B. auf den Kreislauf und die Zeugung. Er kommt aber nicht dazu, die Elemente verschiedener Organe untereinander zu vergleichen; auf bloßes Gutdünken beschreibt er die Fasern bald als Sehnen, bald als Muskeln, bald als Gefäße und die Zellen als Körnchen, Bläschen oder Schüppchen. Zu Ende des vorigen Jahrhunderts wurden in England, Holland und Italien treffliche mikroskopische Untersuchungen einzelner Gewebe und Flüssigkeiten geliefert; Hewson, Muys, Fontana sind vor allen Anderen hier zu nennen. Aber erst im Jahre 1816 machte Treviranus einen umfassenderen Versuch, die Gewebe in ihre einfachen, mikroskopisch erkennbaren Grundbestandtheile zu zerlegen, d. h. in Theile von gesetzmäßiger Form, welchen man ansieht, daß sie nicht zufällige Bruchstücke sind, und wovon jeder die Eigenschaften des Ganzen hat. Man nannte sie Elementartheile; Treviranus und die Meisten mit ihm nahmen drei Arten derselben an: 1. homogene oder formlose Materie, 2. Cylinder oder Fasern und 3. Kügelchen. An die Stelle der Bichat'schen Gewebe oder

Systeme traten nun hier und da die Elementartheile: in den histologischen Werken findet sich zuweilen statt Muskelgewebe, Knochengewebe, Gefäßgewebe u. s. f. der Ausdruck Muskelfaser, Knochenfaser, Gefäßfaser. Es war aber die Zeit, wo man lieber Systeme aufführte, als Thatsachen ermittelte, und aus der Zahl der vorhandenen Beobachtungen nicht die zuverlässigsten, sondern die passendsten wählte. War eine allgemeine Anatomie möglich, so lange über den feineren Bau des verbreitetsten Gewebes, welches in die Zusammensetzung fast aller Theile eingeht, des Zell- oder wie wir es jetzt nennen, Bindegewebes, die irrigsten Ansichten herrschten, so daß es von den Meisten für einen formlosen, unbestimmten, aber der verschiedenartigsten Entwickelung fähigen Schleim gehalten wurde? Mit der Untersuchung des Bindegewebes mußte der Anfang gemacht werden und seitdem dieses (1834) fast gleichzeitig und auf fast gleiche Weise von Krause, Lauth und Jordan beschrieben worden ist, folgen Entdeckungen auf Entdeckungen mit solcher Schnelligkeit, daß jetzt vor dem Eifer zu beobachten fast die Zeit und der Athem fehlt, um ein System aufzustellen. Möchte es noch eine Weile so bleiben. Wir können immer noch Materialien sammeln, ehe es nöthig oder räthlich ist, sie in Fächer zu vertheilen und zu ordnen; wenn wir nur unser Ziel im Auge behalten und geleitet und ermuthigt werden durch die Hoffnung, es zu erreichen. Und in der That wird es immer klarer, daß in allen Organen der gleichen Function die gleichen Gewebe vorstehen, daß die verschiedenen physiologischen Phänomene an morphologisch und chemisch verschiedene Elementartheile gebunden sind, und man wird einmal, wie Bichat wollte, den Organismus in eine Zahl einfacher Gebilde zerlegen, an deren Namen sich der Begriff einer bestimmten vitalen Thätigkeit ebenso knüpft, wie an einen anorganischen Körper der Begriff einer specifischen Schwere, der Sprödigkeit, Elasticität u. s. f.

Die mikroskopischen Studien haben aber auch noch andere Früchte getragen. Immer strebte der menschliche Geist die mannichfaltigen Formen der Schöpfung auf einfache Ur-Theile zurückzuführen. In dieser unserem Geiste immanenten Neigung wurzeln die Atomen- oder Monadenlehren des Epikur und Leibnitz, die unabhängig von aller Erfahrung und ohne Hoffnung, jemals durch dieselbe bewährt zu werden, entstanden sind. Von derselben Neigung, bewußt oder unbewußt getrieben, suchten spätere Forscher

mit bewaffnetem Auge den Körper in kleinste Bestandtheile von gleicher Form zu zerlegen. Als solche boten sich anfangs, ehe man dem Mikroskop mißtrauen gelernt hatte, die optischen Trugbilder, geschlängelte Fäden und Kügelchen, welche unter gewissen Umständen an jedem durchsichtigen Gegenstande erscheinen. Oken nahm für Monaden die Infusions- und Samenthierchen und dachte sich die höheren thierischen und pflanzlichen Organismen aus kleineren belebten Wesen zusammengesetzt, die nur für eine gewisse Zeit ihre Selbstständigkeit aufgegeben hätten. Döllinger und seine Schüler bauten den Körper aus Blutkügelchen, die sich in wandlosen Rinnen der Substanz bewegen, anlegen und wieder frei werden sollten, und C. Mayer[1] schreibt ihnen sogar eigenthümliches Leben, Sinn und spontane Bewegung zu. Wie aus den kugelförmigen Elementartheilen Fasern und Röhren entstehen, erklärte Heusinger auf folgende Weise: Als Ausdruck des gleichen Kampfes zwischen Contraction und Expansion stelle sich die Kugel dar, daher seyen alle Organismen, alle organischen Theile ursprünglich Kugeln gewesen. Bei stärkerer Spannung der Kräfte gehe aus der oft nur scheinbar homogenen Kugel die Blase hervor. Wo im Organismus Kugeln und gestaltlose Masse sich finden, da reihen sie sich nach chemischen (?) Gesetzen aneinander und bilden Fasern. Wo sich Blasen aneinander reihen, da entstehen Canäle, Gefäße[2]. Auf eine wunderbare Weise nähert sich, wie man sehen wird, diese Darstellung der Wahrheit, obschon die Thatsachen, die zum Beweise angeführt werden, theils unrichtig sind, theils falsch gedeutet. Denn zu den einfachen Blasen rechnet Heusinger z. B. außer den Fett- und Schleimbälgen auch die serösen Häute, und als Spuren der vormals getrennten Blasen nach ihrer Verbindung zu Gefäßen betrachtet er die Klappen der Saugadern.

Schon auf besserem Grunde ruht, was Raspail über Bildung, Form und Kräfte der organischen Molecule oder Atome sagt[3]. Im entwickelten Zustande seyen es Bläschen oder Zellen, begabt mit Leben und mit der Fähigkeit, in ihrem Innern und zwar ins Unendliche fort neue Zellen von ähnlichem Baue und

1 Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe. Hft. 2. Bonn, 1836. S. 41. Die Metamorphose der Monaden. Bonn, 1840.

2 Heusinger, Histologie. I. 112.

3 *Chimie organique.* §. 831. 832. 1556. 4421 ff.

ähnlichen Kräften zu erzeugen. Sie entstehen in Form von Oeltröpfchen, welche in Wasser eine sphärische Form annehmen und, schon in Berührung mit atmosphärischer Luft, Sauerstoff aufsaugen; späterhin verbinden sie sich auch mit anorganischen Basen, und sobald dies geschieht, beginnt die Trennung in eine Hülle, welche gewissen Gasen und Flüssigkeiten den Durchgang gestattet und sich dadurch ausdehnt und wächst, und in einen flüssigen Inhalt, der sich im Innern der Hülle organisirt. Die Zellenmembran zeigt sich im frischen Zustande structurlos, bei welcher Vergrößerung man sie auch betrachte; indeß hält es Raspail der Analogie nach für wahrscheinlich, daß sie aus Körnchen bestehe, die spiralig um die ideale Axe der Zelle geordnet seyen. Er vergleicht diese Zellen als Atome der organischen Schöpfung mit den Krystallen und nennt die Organisation eine Krystallisation in Blasen (Crystallisation vésiculaire); die organische Zelle sey ein Krystall, welcher Gase und Flüssigkeiten aufsaugt, um sie in innere Organe umzuwandeln; sie wachse von innen und durch Intussusception, während der Krystall von außen und durch Juxtaposition zunehme. Sobald die chemischen Elemente sich in dieser Zellenform verbunden haben, so erlangen sie entschiedene und besondere Kräfte und bilden ein besonderes Reich, das organische. Gebt mir ein Bläschen, fähig sich vollzusaugen, ruft Raspail, Archimedes parodirend, aus, und ich will Euch einen Organismus machen.

Als Beweise für diese Theorie führt Raspail die Zellen des Stärkmehles im pflanzlichen und des Fettes im thierischen Körper an. Diese Gewebe hat er gründlich erforscht, und allerdings sind sie am meisten geeignet, zu der Idee zu führen, daß Pflanzen und Thiere in der Form ihrer Elementartheile einander gleichen. Da es nun von den röhrigen und faserigen Gebilden der Pflanzen bereits ausgemacht war, daß sie aus Zellen, durch Verlängerung oder Verschmelzung derselben hervorgehen, so nahm Raspail dies auch von den animalischen Fasern an. Zu ähnlichen Resultaten kam Dutrochet[1] durch eine Vergleichung des feineren Baues thierischer und pflanzlicher Gewebe. Er erkannte die Elemente der Speicheldrüsen und der grauen Gehirnsubstanz als Bläschen, von denen die letzteren in ihren Wänden mit Pünktchen besetzt seyen, die er

1 *Mém. pour servir à l'hist. anatom. et physiol. des végétaux et des animaux.* II. 468.

unrichtig den Tüpfeln der Pflanzenzellen verglich, und er schloß weiter, daß auch die feineren, sogenannten Kügelchen sämmtlicher animalischer Gebilde aus einer Membran und flüssigem Inhalte bestehen. Er verwirft die Unterscheidung der Bestandtheile des Körpers in feste und flüssige. Die Solida seyen Aggregate von Zellen von einer gewissen Festigkeit, die Liquida, wie das Blut, seyen ebenfalls Aggregate von Zellen, die durch Flüssigkeit von einander getrennt sind, und es kommen Gewebe vor, in welchen die Zellen so schwach verbunden seyen, daß man nicht wisse, ob sie zu der einen oder anderen Classe gehören. Das einzige feste Organische sey die Zellenmembran; der Inhalt der Zelle könne zwar auch fest werden, aber das Leben, wenigstens ein volles, thätiges Leben, existire nur, so lange er flüssig sey; der feste Inhalt alternder Zellen sey sogar in der Regel etwas dem Leben Fremdartiges. Die Muskelfasern und die übrigen thierischen Fasern seyen sehr verlängerte Zellen, wie deren auch in Pflanzen vorkommen. Die Natur befolge also denselben Plan in dem inneren Baue aller organischen Wesen, der Thiere und der Pflanzen. Beide seyen Agglomerationen von Zellen, theils kugeligen, theils verlängerten. Diese Elementarzellen, wie Dutrochet sie nennt, gleichen einander äußerlich und unterscheiden sich nur durch ihren Inhalt. Die Verschiedenheit des Inhaltes deutet aber auf eine Verschiedenheit der Membran, welche die Zellen bildet, denn sie sondert die Flüssigkeit ab, die in der Zellenhöhle sich befindet.

Weder Raspail noch Dutrochet haben einen Versuch gemacht, die Gesetze organischer Entwickelung, die sie so kühn, und man muß gestehen, so einfach schön hinstellen, an den einzelnen thierischen Geweben durchzuführen. Dazu fehlte es an Erfahrungen. Darum blieb die Theorie unfruchtbar und fast unbeachtet. Auch haben Beide an den Zellen ein Organ übersehen oder wenigstens unberücksichtigt gelassen, welches in der Entwickelung derselben eine wichtige Rolle spielt, den Nucleus oder Zellenkern.

R. Brown entdeckte schon im Jahre 1831 den Nucleus in den Pflanzenzellen, aber erst Schleiden erkannte die Bedeutung desselben. Er wies nach, das dies rundliche oder ovale Bläschen, welches in der Wand der Zelle liegt, gewissermaßen das Bildungsorgan der letzteren ist, indem es zuerst vollendet wird und auf ihm, anfangs wie ein Uhrglas aufsitzend, die Zelle entsteht und allmählig sich erweitert. Mikroskopische Bläschen mit ähnlichem Fleck oder

Kern aus dem thierischen Organismus waren schon älteren Beobachtern bekannt, die Blutkörperchen nämlich; während der letzten Jahre wurden solche Elemente in einer großen Menge anderer Flüssigkeiten und Gewebe aufgefunden, in der Lymphe, im Schleim und Eiter und in der Morgagni'schen Feuchtigkeit, ferner in den Oberhäuten, im schwarzen Pigment, in den Knorpeln und den Centralorganen des Nervensystemes, in den Drüsen und selbst in pathologischen Gewächsen. Das Keimbläschen selbst, aus dessen Inhalte das Thier sich entwickelt, erwies sich als eine Zelle mit Kern. Hier und da wurde auf die Aehnlichkeit dieser Zellen untereinander hingedeutet und von Einigen, wie Purkinje[1], Valentin[2] und Turpin[3], auch auf die Verwandtschaft derselben mit den Pflanzenzellen aufmerksam gemacht. Die Präexistenz des Kernes und das allmählige Wachsen der Zelle um denselben war von Valentin an den Pigmentzellen, von C. H. Schultz an den Blutkörperchen, von R. Wagner an dem Ei, von mir an den Zellen der Oberhäute dargethan worden, alles dies, noch ehe Schleiden's Arbeit erschienen war. Die Entstehung junger Zellen in den ausgewachsenen hatten Armand de Quatrefages[4] und Dumortier[5] an den Embryonen der Süßwasserschnecke wahrgenommen. Ja selbst für die Entwickelung von Fasern aus Bläschen oder Körnchen hatte Valentin an den Muskeln und an der Linsensubstanz Beispiele geliefert. Den Ausspruch aber, daß die kernhaltigen Zellen Grundlage aller thierischen, wie der pflanzlichen Bildung sind, diesen wichtigen Ausspruch that zuerst Schwann und führte ihn durch in einer eigenen Schrift[6], welche mit solcher Wärme aufgenommen wurde, weil sie zu einer Menge bekannter Thatsachen den Schlüssel und für neue planmäßige Forschungen die Richtung gab. Schwann bearbeitete selbst nach diesem Princip die Entwickelung der meisten Gewebe, indem er die vorhandenen Beobachtungen benutzte und deutete und die Lücken durch eigene

1 **Raschkow**, meletemata. p. 12.

2 Verlauf und Enden der Nerven. S. 46.

3 *Ann. d. sc. nat. 2. sér.* VII, 207.

4 ebendas. II, 114.

5 ebendas. VIII, 129.

6 Mikroskopische Untersuchungen rc. 1839. Vorläufige Mittheilungen in Froriep's N. Not. 1838. Nr. 91. 103. 112.

Untersuchungen auszufüllen bemüht war. Wenn nun auch im Detail manche Zweifel noch zu lösen sind, manche Angaben einer Berichtigung bedürfen, ja wenn, wie es wohl den Anschein hat, die kernhaltigen Zellen nur eine Species oder eine secundäre Form organischer Elementartheile wären: so würde unsere Zeit doch immer dankbar den Einfluß zu preisen haben, welchen Schwann's Arbeit ausgeübt hat.

Noch immer herrschten in den physiologischen Werken die unklarsten Begriffe über die Ernährung der Organe und über die Kräfte, durch welche Wachsthum, Absonderung, Wiedererzeugung bedingt sind. Man dachte sich diese Processe unter dem Einflusse bald des Nervensystemes, bald der Blutgefäße, obgleich die Beobachtung des Keimes, der mit den Organen auch ihre Nerven und Blutgefäße aus einer gleichartigen Substanz erzeugt, längst auf andere Gedanken hätte führen müssen. Es ist ein Hauptverdienst von Schwann, gezeigt zu haben, daß die Gegenwart der Gefäße keine wesentliche Verschiedenheit des Wachsthumes begründet, sondern nur einige Unterschiede veranlaßt, die sich als Folge der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeiten und des mehr oder weniger erleichterten Stoffwechsels erklären lassen, während von der anderen Seite das Studium der Functionen des Nervensystemes zu einer richtigeren Würdigung seines Antheils an der Blutbewegung und dadurch an der Ernährung führte. Ich werde diesen Gegenstand in den Capiteln, die von den betreffenden Systemen handeln, weiter erörtern.

Wir sind zu dem Resultate gekommen, daß der Organismus aus einer gewissen Zahl von Elementartheilen, Monaden oder organischen Atomen zusammengesetzt ist, die, durch eine unerforschliche Macht beherrscht und zusammengehalten, sich auf eine typische Weise entwickeln und ordnen. Sie sind mit eigenthümlichen Kräften begabt, denn aus einer gemeinsamen Quelle, dem Dotter oder Blute, bilden und ernähren sie sich alle, jede Zelle in ihrer Art. Die allgemeine Anatomie, wenn sie die Wissenschaft von den letzten wirksamen Formbestandtheilen des Körpers seyn soll, müßte also jetzt von der Betrachtung dieser Monaden ausgehen, mit der Erforschung ihres Baues, ihrer Entstehung, ihrer Kräfte, ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften müßte sie beginnen, dann aus denselben die Gewebe zusammensetzen, die nichts anderes sind, als Aggregate einer Menge von gleichen Elementartheilen. Ein rationelles System

der Histologie müßte als Eintheilungsprincip die Metamorphosen der Zellen benutzen, so daß Gruppen der Gewebe gebildet würden, je nachdem z. B. die Zellen discret blieben oder sich der Länge nach aneinander reihten, oder sternförmig verzweigten oder in Fasern zerspalteten u. s. f. Aber noch sind die Facta nicht zahlreich und nicht sicher genug, als daß wir mit Zuversicht diese Methode befolgen könnten, und die wenigen Versuche einer solchen systematischen Anordnung, welche bis jetzt erschienen sind, mögen kaum zur Nacheiferung aufmuntern [1]. Ich zog es daher für jetzt vor, die einzelnen

[1] Schwann theilt die Gewebe in folgende 5 Classen: 1. Isolirte selbstständige Zellen: Lymphkörperchen, Blutkörperchen, Schleim- und Eiterkörperchen ꝛc. 2. Selbstständige, zu zusammenhängenden Geweben vereinigte Zellen. Dahin rechnet er die Oberhaut und die übrigen sogenannten Horngebilde, das schwarze Pigment und die Krystalllinse. Aber in den Haaren, Federn, Klauen und in der Linse kommen zu Fasern verschmolzene Zellen vor, und ferner giebt es verzweigte Pigmentzellen, die mit einander communiciren. 3. Zellen, bei denen nur die Zellenwände mit einander verschmolzen sind: Knorpel, Knochen und Zähne. Es sind aber in den spongiösen Knorpeln die Zellenwände nicht verschmolzen und der Zahnknochen besteht zum größten Theil aus geradlinig aneinander gereihten Zellen, gleich den Fasern der Haare. 4. Faserzellen: Zellgewebe, Sehnengewebe, elastisches Gewebe. Hier sollen die Zellen sich in Faserbündel spalten. Zell- und Sehnengewebe, welche übrigens unter sich nicht verschieden sind, können ihrer Entwickelung nach mit dem elastischen Gewebe durchaus nicht zusammengestellt werden. 5. Zellen, bei denen die Zellenwände und Zellenhöhlen mit einander verschmolzen sind: Muskeln, Nerven, Capillargefäße. Gegen diese Classe müssen wir einwenden, daß die sogenannten organischen Muskeln ihrer Entwickelung nach vom Zellgewebe nicht verschieden sind und daß in der That Zellgewebe und organische Muskeln allmählig ineinander übergehen; die animalischen Muskeln dagegen und die Nerven scheinen, wie später entwickelt werden wird, complicirte Organe zu seyn, deren Hülle wahrscheinlich nicht eins ist mit der ursprünglichen Zellenwand. Schwann handelt das Fett beim Zellgewebe, die Ganglien bei den Nerven ab, obgleich diese Gebilde morphologisch ganz verschieden sind. Der Drüsen und vieler anderer eigenthümlichen Gebilde gedenkt er gar nicht. Valentin (R. Wagner, Lehrbuch d. Physiol. Abth. I. S. 133) hat eine andere Eintheilung vorgeschlagen und eine größere Zahl von Gattungen aufgestellt, über die wir hier, ohne tief ins Einzelne einzugehen, kein Urtheil fällen können. Doch leidet sie an ähnlichen Fehlern, wie die von Schwann, und zum Theil an den nämlichen; auch Valentin rechnet alle Horngebilde zu den Geweben mit discreten Zellen, verbindet Zellgewebe, elastische und Muskelfasern in eine Gruppe u. dgl. Gerber (Allg. Anat. S. 18) giebt eine tabellarische Uebersicht der thierischen Elementartheile, wobei aber nur zum

Gewebe oder Organe, wie sie anatomisch oder physiologisch seit lange unterschieden werden, der Reihe nach in Beziehung auf ihren feineren Bau und ihre Lebenseigenschaften abzuhandeln, und nur gelegentlich auf die Verwandtschaft zwischen den Elementartheilen derselben hinzuweisen. Die Ordnung, in welcher die Capitel einander folgen, war dabei gleichgültig, doch suchte ich Anticipationen so viel als möglich zu vermeiden und die Gewebe voranzustellen, deren Kenntniß für die weiteren Untersuchungen nützlich schien. Was sich für die Entwickelung und das Leben der Zellen allgemein Gültiges theils beobachten, theils vermuthen läßt, wird in einem allgemeinen Theile vorausgeschickt.

Die allgemeine Anatomie ist jetzt hauptsächlich mikroskopische Anatomie. Deshalb möchten ein paar Worte über den Gebrauch des Mikroskops hier nicht unpassend seyn.

Die älteren Beobachter bedienten sich einfacher Glaslinsen oder Lupen, auch zu stärkeren Vergrößerungen; heutzutage werden nur Lupen von größerer Brennweite zur Betrachtung zusammengesetzter Gebilde, z. B. der Blutgefäße, Darmzotten, der einfachen Drüsen rc. benutzt; für die Untersuchung der Elementartheile und überall, wo bedeutende Vergrößerungen nöthig sind, wendet man das zusammengesetzte Mikroskop an, nicht weil es stärker vergrößert, sondern weil es erlaubt, eine größere Fläche mit einem Mal zu übersehen und mehr Licht zuzulassen. Man kann schon mit einfachen Linsen die Vergrößerung sehr weit treiben, und daß sie in dieser Hinsicht vollkommen ausreichend sind, geht schon daraus hervor, daß Leeuwenhoek mit seinen einfachen Linsen an den Theilen, die er untersuchte und die er zu präpariren verstand, eben so viel und oft mehr sah, als die Neueren mit den trefflichsten zusammengesetzten Instrumenten. Allein, je mehr eine Linse vergrößern soll, um so converer muß sie seyn, je converer sie ist, um so größer die Aberration der Sphäricität, d. h. die Störung, welche dadurch entsteht,

Theil auf die Art ihrer Entwickelung und zu sehr auf geringfügige Formverschiedenheiten der entwickelten Gewebe Rücksicht genommen wird. So unterscheidet er Plattfaden, Hohlfaden und Rundfaden und bringt in der letzten Classe die Zellgewebe- und Muskelfasern mit den Fasern der Faserknorpel, in der Classe der Hohlfaden Nerven und Zahnröhrchen zusammen.

daß die Strahlen von der Oberfläche kugelförmiger Körper nicht so, wie von elliptischen Flächen, genau in Einen Brennpunkt gesammelt werden, vielmehr sich um so weiter von dem Brennpunkte entfernen, je näher dem Rande sie einfallen. Es kann daher nur eine kleine Stelle der Linse, zunächst der Axe, benutzt werden und dies hat den doppelten Nachtheil, daß 1. nur ein sehr kleiner Theil des zu observirenden Körpers auf einmal deutlich gesehen wird, und 2. daß nur ein kleiner Theil des von jedem sichtbaren Punkte ausgehenden Lichtkegels in den Focus gesammelt wird, mithin die ganze Lichtmasse nur gering ist. Ferner muß bekanntlich der zu betrachtende Gegenstand der Linse um so mehr genähert werden, je convexer die Linse und je geringer die Focaldistanz derselben. Dadurch wird die Quantität des zwischen Linse und Object einfallenden Lichtes beschränkt und es wird fast unerläßlich, die Objecte von unten zu erleuchten, was natürlich nur bei durchsichtigen möglich ist.

Einigermaßen wird diesen Uebelständen schon dadurch abgeholfen, daß man schwächere Linsen miteinander verbindet und so gleichsam successiv die Vergrößerung erreicht. Instrumente dieser Art nennt man, wenn die Linsen nach Art der Lupen gefaßt und an einer gemeinsamen Axe beweglich übereinander gefügt sind, zusammengesetzte Lupen; wenn die Linsen übereinander geschraubt und an einem Stative befestigt sind, an welchem auch ein Objectträger auf- und abbewegt werden kann, so stellen sie ein einfaches Mikroskop dar. Zusammengesetzte Lupen und einfache Mikroskope sind nur durch die Fassung verschieden.

Das zusammengesetzte Mikroskop ist darauf eingerichtet, um das vergrößerte und umgekehrte Bild, welches von einem im Brennpunkte der Lupe befindlichen Gegenstande in einer bestimmten Distanz hinter der Lupe, gleichsam in der Luft, entworfen wird, abermals mit einer Lupe zu betrachten. Die wesentlichen Bestandtheile des Compositum sind demnach die dem Object zugewandte Linse, Objectivlinse, und die zweite, zunächst dem Auge befindliche Ocularlinse, mittelst welcher das durch die Objectivlinse entworfene, umgekehrte Bild zum zweiten Male vergrößert ist. Um beide in der richtigen Distanz von einander zu befestigen und störendes, äußeres Licht abzuhalten, sind Objectiv- und Ocularlinse an den Enden eines inwendig geschwärzten Rohres angebracht. Das Objectiv kann einfach oder, wie eine zusammengesetzte Lupe, aus mehreren Linsen zusammengesetzt seyn. Auch die Oculare bestehen meist aus zwei

Linsen, welche an einem kurzen Rohre angeschraubt sind. Das Rohr oder der Körper des Mikroskops ist an einer Stange befestigt, an welcher auch der Objectträger oder Tisch sich befindet. Das Rohr oder der Tisch oder beide sind an der Stange mittelst Schrauben auf- und abzubewegen, damit das Object in die richtige Focaldistanz gebracht werden könne. Unter dem Tische, der in der Mitte eine runde Oeffnung hat, ist ein Spiegel, gewöhnlich auf einer Seite plan, auf der anderen concav, um das Licht von unten durch den zu beobachtenden Gegenstand hindurchfallen zu lassen. Auf die mechanischen Vorrichtungen weiter einzugehen, scheint mir überflüssig.

Die Vergrößerung, welche ein zusammengesetztes Mikroskop giebt, ist durch die combinirte Wirkung der Objectiv- und Ocularlinsen bedingt; es kann daher dieselbe Vergrößerung durch schwächere Objectivlinsen mit stärkeren Ocularen oder durch schwächere Oculare und stärkere Objectivlinsen erreicht werden. Was vorzuziehen sey, darüber muß bei jedem Mikroskop der Versuch entscheiden. Für anatomische Gegenstände, die man mit Flüssigkeit bedecken oder in derselben schwimmen lassen will, oft auch mit feinen Instrumenten unter dem Mikroskop zu zerreißen sucht, ist es angenehm, eine möglichst weite Focaldistanz zu haben und deshalb verbindet man gern schwächere Objectivlinsen mit stärkeren Ocularen. Bei den Schiek'schen Mikroskopen giebt Ocular 1. mit Linse 4. 5. 6. fast dieselbe Vergrößerung, wie Ocular 2. mit Linse 3. 4. 5. Aus den angeführten Gründen gebe ich aber der letzteren Combination den Vorzug. Die Wahl der Vergrößerung überhaupt hängt von dem zu beobachtenden Gegenstande ab. Die meisten histologischen Objecte sind hinreichend deutlich bei einer 300maligen Vergrößerung (im Durchmesser), und was bei 400maliger Vergrößerung nicht klar ist, wird selten durch stärkere Linsen klarer. Man muß nicht vergessen, daß stärkere Vergrößerungen immer nur auf Kosten der Lichtstärke erzielt werden, und selten gewinnt man durch jene so viel, als man durch Verminderung des Lichtes verliert.

Der Hauptpunkt bei mikroskopischen Arbeiten ist der Gebrauch des Lichtes. Man erhellt die Objecte entweder von unten, indem man das mittelst des Spiegels zurückgeworfene Licht durch dieselben hindurchleitet, oder von oben durch das auf den Objectträger auffallende Licht, welches ebenfalls mittelst Sammelgläser oder Prismen concentrirt und auf einen Punkt geleitet werden kann. Undurch-

sichtige Gegenstände kann man nur bei auffallendem Lichte betrachten, durchsichtige bei auffallendem oder durchfallendem Lichte. Jede dieser Betrachtungsweisen hat ihre eigenthümlichen Vortheile, und wo es möglich ist, müssen beide angewandt werden. Bei auffallendem Lichte sind die Färbungen der Objecte deutlicher, auch werden die Formen leichter verstanden, weil wir diese Art der Beleuchtung an den Gegenständen, die uns im täglichen Leben umgeben, gewohnt sind und ohne Mühe, ja fast ohne uns Rechenschaft zu geben, aus der Vertheilung von Licht und Schatten auf die Formen schließen. Das Sehen bei durchfallendem Lichte muß erst eingeübt, d. h. ein Urtheil über die Form aus der Beschattung muß erst erworben werden und dies ist es eben, weshalb Uebung und Erfahrung im Gebrauche des Mikroskops so unerläßlich sind, um so mehr, da gerade bei den stärksten Vergrößerungen das auffallende Licht, das wir sonst zur Vergleichung empfehlen, wegen des geringen Focalabstandes nicht mehr anwendbar ist. Im gewöhnlichen Leben wird es einem Kinde nicht schwer, eine kugelig erhabene Fläche von einer vertieften zu unterscheiden, beim Mikroskop bedarf dies einer Ueberlegung und Berechnung, und wenn wir gefunden haben, daß bei einer Kugel der Schatten auf der vom Lichte abgewandten Seite, bei einer Concavität auf der dem Lichte zugewandten Seite erscheint, so ist am Ende noch die Umkehrung des Bildes durch das Mikroskop in Anschlag zu bringen. Dies nur als ein Beispiel.

Es läßt sich Tages- und Lampenlicht zu mikroskopischen Beobachtungen benutzen; jenes ist im Allgemeinen schon deshalb vorzuziehen, weil es, nach meinen Erfahrungen wenigstens, die Augen weniger angreift. Das directe Sonnenlicht ist längst und mit Recht proscribirt; alle Täuschungen, welchen man bei mikroskopischen Gegenständen durch die Inflexion und Interferenz des Lichtes ausgesetzt ist, treten um so leichter ein, je intensiver die Beleuchtung. Die Objecte erscheinen alsdann mit farbigen Säumen, was schon für eine Dispersion des Lichtes spricht; besonnene Beobachter werden auch dadurch gewarnt, daß die verschiedenartigsten organischen und anorganischen Präparate dasselbe Bild von Fäden, Kügelchen 2c. geben. Sind die kleinen Theile in Bewegung, so entsteht ein ganz unbestimmtes Flimmern, aus welchem man Alles machen kann und aus welchem C. H. Schultz einst eine Physiologie des Blutes machte[1].

[1] Der Lebensproceß im Blute. Berlin, 1822.

Nur bei Gegenständen, die von oben beleuchtet werden müssen und wo es nicht so sehr auf die Form der kleinsten Theile ankommt, kann Sonnenlicht angewandt werden und so ist es z. B. zur Beleuchtung feiner Injectionen von Gefäßen oder Drüsen sogar sehr empfehlenswerth, indem die im Sonnenlichte glänzenden Metallkörnchen sich gar hübsch auszeichnen. Aber selbst das volle reflectirte Licht bei heiterem Himmel ist meistens zu stark und muß gemäßigt werden. Dazu dienen gewisse Neigungen des Spiegels, die man durch Uebung kennen lernen muß, oder Beschattung mittelst der Hand, wodurch man das auffallende Licht abhält (ein nicht genug zu empfehlender Kunstgriff), oder der Gebrauch des Diaphragma, einer mit größeren oder kleineren Oeffnungen versehenen geschwärzten Platte, die unter dem Objectträger angebracht ist. Man wird bald finden, daß Contouren, welche bei vollem Lichte nicht oder kaum sichtbar sind, durch Beschränkung desselben deutlich werden; man wird auch lernen die Oeffnung des Diaphragma bald central, bald nach der einen oder anderen Seite hinstellen, um die Lichtstrahlen von verschiedenen Seiten her einfallen und dadurch die Schatten bald länger, bald kürzer werden zu lassen.

Ich nannte so eben die optischen Täuschungen, welche durch die Phänomene der Inflexion und Interferenz veranlaßt werden. Diese beruhen auf der gegenseitigen Einwirkung von aufeinander treffenden Strahlen, welche sich, wie zwei aufeinander treffende Wellenbewegungen, zum Theil verstärken, zum Theil vernichten, ferner darauf, daß ein Lichtstrahl, wenn er an einem festen Körper hin oder durch eine schmale Spalte hindurchgeht, eine Ablenkung erleidet, wobei er zugleich in die Strahlen von verschiedener Brechbarkeit zerlegt wird. Es ist nicht möglich, hier auf diesen Gegenstand weiter einzugehen, doch kann ich nicht umhin, folgender einfachen Experimente zu gedenken, welche E. H. Weber[1] mittheilt, und welche ein überzeugendes und passendes Beispiel der erwähnten Täuschungen geben. Hält man zwei einander genäherte Finger dicht an das Auge und sieht man durch diese enge Spalte nach dem Sonnenlichte oder einem Kerzenlichte, so sieht man den Zwischenraum zwischen beiden Fingern aus unzähligen parallelen, hellen und dunkeln Strichen gebildet. Legt man drei Fingerspitzen sehr

1 Hildebrandt's Anat. I. 132.

nahe aneinander und sieht durch den engen dreieckigen Zwischenraum ins Helle, so sieht man eine Menge dunkler und heller Punkte, die oft wie erleuchtete Kügelchen aussehen. Wie vielfache Gelegenheit zur Interferenz bei den feinen mikroskopischen Gegenständen gegeben sey, ist leicht begreiflich, und so erscheinen, zumal wenn das Licht stark, das Object uneben und nicht hinreichend dünn oder fein zertheilt ist, Streifen, Kügelchen und wellenförmig gewundene Linien, welche bei dem Wunsche, gleichförmige Elementartheile zu finden, häufig für solche genommen worden sind. Hierher gehören die geschlängelten Cylinder von Monro[1], Fontana[2] und Mascagni[3], sowie die Kügelchen, welche Milne Edwards[4] und in neuester Zeit F. Arnold[5] als die letzten Bestandtheile sämmtlicher Gewebe dargestellt haben. In den Abbildungen der beiden letztgenannten Schriftsteller sind die Gewebe nur durch die Anordnung der Kügelchen verschieden, indem diese bald gleichförmig zerstreut, bald reihenweis oder in Kreisen gelagert sind, so daß man wohl sieht, daß Fasern oder die Contouren von Bläschen wahrgenommen, aber irrigerweise als aus Kügelchen zusammengesetzt betrachtet worden sind.

Eine Veranlassung zu Irrthümern bei starken Vergrößerungen liegt auch darin, daß Körper von einer gewissen Dicke, Kügelchen oder Bläschen, nie ganz in den Focus gebracht werden können, daß also, wenn z. B. der erhabenste Theil, der Mittelpunkt einer Kugel in der richtigen Focaldistanz sich befindet, alsdann die Ränder undeutlich und zerstreut gesehen werden. Es kann daher kommen, daß eine einfache Blase für eine zusammengesetzte, aus Kern und Schale bestehende Kugel genommen wird oder daß ein Cylinder eine von der mittleren Substanz verschiedene Rinde zu haben scheint. Uebrigens sind die gewöhnlichen Linsen nicht so vollkommen genau, daß nur die Punkte zugleich deutlich gesehen würden, die absolut in derselben Ebene liegen, und man wird daher, wenn man eine solche Genauigkeit voraussetzt, in den entgegengesetzten Fehler ver-

1 Bemerkungen über die Structur und Verrichtungen des Nervensystems. A. d. Engl. Lpz. 1787. Taf. XI. Fig. 4. Taf. XII. Fig. 2—7. 10—13.

2 Viperngift. Taf. VIII—X.

3 *Prodromo della grande anatomia.* An vielen Stellen.

4 *Mémoire sur la structure élémentaire des principaux tissus organiques des animaux. Paris,* 1823. und *Ann. des sc. nat.* 1826. p 362.

5 Physiologie. I. Taf. III—X.

fallen, und z. B. Bläschen, die untereinander liegen, für in
ander eingeschlossen halten. Einigermaßen sichert man sich da
durch den Gebrauch applanatischer Oculare. Applanatische L
sind biconvexe Gläser, deren beide Krümmungen Radien von
schiedener Länge angehören, oder auch planconvexe Gläser.
hat gefunden, daß Linsen, an welchen der Durchmesser der
Krümmung zu dem der anderen sich verhält wie 1 : 6, oder
eine Fläche ganz plan ist, viel vollkommener achromatisch sind
auch eine vollkommnere Vereinigung der Strahlen im Brennp
geben, als die gewöhnlichen biconvexen Linsen mit gleichen K
mungshalbmessern, und daß sie die achromatischen, aus Flint-
Kronglas zusammengesetzten Linsen zu ersetzen vermögen.

Manche andere Täuschungen sind möglich, wo der Sinn
Gesichtes nicht durch das Getast controlirt werden kann.
kann sie unmöglich alle vorsehen, aber es giebt einen Weg,
ihnen auszuweichen, daß man nämlich denselben Gegenstand
und unter möglichst verschiedenen Bedingungen untersuche.
französischer Beobachter beschrieb vor einiger Zeit eine besondere
von Milchkügelchen und nahm bald darauf seine Entdeckung zur
da es Bläschen im Glase gewesen seyen. Er glaubt seinen F
genossen einen Dienst zu erweisen, indem er sie bei dieser Geleg
heit zur Vorsicht gegen die Gläser auffordert. Richtiger wäre
wohl gewesen, sie vor der allzu eiligen Publication zu warn
Ich erwähne nur noch eins, was Anfängern oft sehr hinderlich
die subjectiven Gesichtserscheinungen nämlich, Mouches volant
welche meist die Form blasser Fäden und Kügelchen und mit m
chen mikroskopischen Objecten eine täuschende Aehnlichkeit hab
Ich empfehle, die subjectiven Kügelchen von objectiven zu un
scheiden, ein einfaches Mittel, auf welches Geübtere wohl von se
kommen; man darf nämlich in zweifelhaften Fällen nur rasch
um ein Weniges den Focus verändern, die objectiven Bilder
schwinden dann, die subjectiven bleiben gleich deutlich.

Uebrigens ist die Furcht vor den mikroskopischen Täuschung
sehr übertrieben und das Instrument ihretwegen ganz unverdien
Weise in Mißcredit. Die meisten Irrthümer nämlich, zu welch
es hat dienen müssen, sind nicht optische Täuschungen, sond
Täuschungen des Urtheils, falsche Auslegungen des richtig Gesehen
In der Linse zeigen sich Fasern; wer diese für Muskelfasern nim
ist eben so wenig das Opfer eines optischen Betruges, als m

einer Pappel für eine Tanne hält. Man betrachte die Figuren 1, 7 und 12 unserer ersten Tafel; man sieht netzförmig verbundene Linien, welche polygonale Räume einschließen. Die Linien sind die Grenzen aneinanderstoßender Zellen; häufig sind sie für ein Capillargefäßnetz gehalten worden: auch daran ist das Mikroskop unschuldig. Wer das Mikroskop nicht kennt und nicht kennen zu lernen wünscht, tröstet sich mit der Unsicherheit der mikroskopischen Beobachtungen, welche durch die Uneinigkeit der Beobachter bekundet werde. Aber bis auf wenige Ausnahmen betrafen die Streitigkeiten immer mehr die Deutung, als das Bild. Wir haben jedem Abschnitte eine historische Darstellung der Entdeckungen in dem betreffenden Gebiete folgen lassen, hauptsächlich in der Absicht, um zu zeigen, wie sehr im Thatsächlichen die guten Erfahrungen aus verschiedenen Zeiten, von verschiedenen Beobachtern und mit den verschiedensten Instrumenten gesammelt, übereinstimmen. Ich sage die *guten* Erfahrungen und schließe dabei diejenigen aus, welche nur obenhin zur Unterstützung gewisser vorgefaßten Meinungen gemacht sind, sowie die geringe Zahl der in den oben angeführten, wirklich optischen Irrthümern befangenen. Die Geschichte der Blutkörperchen, der Muskel- und Nervenfasern, so vielfach bearbeiteter Gegenstände, spricht auch gerade am meisten für den aufgestellten Satz. Freilich muß man auch die Gewebe richtig zu präpariren und zu behandeln verstehen. Wenn dies nicht der Fall ist, so giebt das Mikroskop zwar auch ein treues Bild, aber nicht das Bild der Theile in ihrem frischen, eigenthümlichen Zustande, sondern der durch Fäulniß, chemische Einflüsse u. s. f. veränderten, und es ist wieder nur ein Fehler des Urtheils, wenn man, wie z. B. bei den Nerven geschehen ist, von dem Anblicke der zerstörten Fasern auf ihr Verhalten im lebenden Körper schließt.

Zu den Täuschungen des Urtheils gehören endlich auch die nicht gar seltenen Fälle, wo Bewegungen der kleinsten Theilchen unter dem Mikroskop irrigerweise für thierische und danach Elementartheile für Infusorien gehalten wurden. Besonders berühmt wurde in dieser Beziehung die durch Brown entdeckte Molecularbewegung, welche allen sehr kleinen, in Flüssigkeiten suspendirten Theilchen zukommt und vorzüglich schön an den Körnchen des schwarzen Pigmentes beobachtet werden kann. Ohne Zweifel wird sie hervorgebracht von den Strömungen, welche durch Verdunstung der Flüssigkeiten an der Oberfläche entstehen, denn sie nimmt in dem Maaße

fallen, und z. B. Bläschen, die untereinander liegen, für ineinander eingeschlossen halten. Einigermaßen sichert man sich dagegen durch den Gebrauch applanatischer Oculare. Applanatische Linsen sind biconvexe Gläser, deren beide Krümmungen Radien von verschiedener Länge angehören, oder auch planconvexe Gläser. Man hat gefunden, daß Linsen, an welchen der Durchmesser der einen Krümmung zu dem der anderen sich verhält wie 1:6, oder deren eine Fläche ganz plan ist, viel vollkommener achromatisch sind und auch eine vollkommnere Vereinigung der Strahlen im Brennpunkte geben, als die gewöhnlichen biconvexen Linsen mit gleichen Krümmungshalbmessern, und daß sie die achromatischen, aus Flint- und Kronglas zusammengesetzten Linsen zu ersetzen vermögen.

Manche andere Täuschungen sind möglich, wo der Sinn des Gesichtes nicht durch das Getast controlirt werden kann. Man kann sie unmöglich alle vorsehen, aber es giebt einen Weg, um ihnen auszuweichen, daß man nämlich denselben Gegenstand oft und unter möglichst verschiedenen Bedingungen untersuche. Ein französischer Beobachter beschrieb vor einiger Zeit eine besondere Art von Milchkügelchen und nahm bald darauf seine Entdeckung zurück, da es Bläschen im Glase gewesen seyen. Er glaubt seinen Fachgenossen einen Dienst zu erweisen, indem er sie bei dieser Gelegenheit zur Vorsicht gegen die Gläser auffordert. Richtiger wäre es wohl gewesen, sie vor der allzu eiligen Publication zu warnen. Ich erwähne nur noch eins, was Anfängern oft sehr hinderlich ist, die subjectiven Gesichtserscheinungen nämlich, Mouches volantes, welche meist die Form blasser Fäden und Kügelchen und mit manchen mikroskopischen Objecten eine täuschende Aehnlichkeit haben. Ich empfehle, die subjectiven Kügelchen von objectiven zu unterscheiden, ein einfaches Mittel, auf welches Geübtere wohl von selbst kommen; man darf nämlich in zweifelhaften Fällen nur rasch und um ein Weniges den Focus verändern, die objectiven Bilder verschwinden dann, die subjectiven bleiben gleich deutlich.

Uebrigens ist die Furcht vor den mikroskopischen Täuschungen sehr übertrieben und das Instrument ihretwegen ganz unverdienter Weise in Mißcredit. Die meisten Irrthümer nämlich, zu welchen es hat dienen müssen, sind nicht optische Täuschungen, sondern Täuschungen des Urtheils, falsche Auslegungen des richtig Gesehenen. In der Linse zeigen sich Fasern; wer diese für Muskelfasern nimmt, ist eben so wenig das Opfer eines optischen Betruges, als wer

eine Pappel für eine Tanne hält. Man betrachte die Figuren 1, 7 und 12 unserer ersten Tafel; man sieht netzförmig verbundene Linien, welche polygonale Räume einschließen. Die Linien sind die Grenzen aneinanderstoßender Zellen; häufig sind sie für ein Capillargefäßnetz gehalten worden: auch daran ist das Mikroskop unschuldig. Wer das Mikroskop nicht kennt und nicht kennen zu lernen wünscht, tröstet sich mit der Unsicherheit der mikroskopischen Beobachtungen, welche durch die Uneinigkeit der Beobachter bekundet werde. Aber bis auf wenige Ausnahmen betrafen die Streitigkeiten immer mehr die Deutung, als das Bild. Wir haben jedem Abschnitte eine historische Darstellung der Entdeckungen in dem betreffenden Gebiete folgen lassen, hauptsächlich in der Absicht, um zu zeigen, wie sehr im Thatsächlichen die guten Erfahrungen aus verschiedenen Zeiten, von verschiedenen Beobachtern und mit den verschiedensten Instrumenten gesammelt, übereinstimmen. Ich sage die guten Erfahrungen und schließe dabei diejenigen aus, welche nur obenhin zur Unterstützung gewisser vorgefaßten Meinungen gemacht sind, sowie die geringe Zahl der in den oben angeführten, wirklich optischen Irrthümern befangenen. Die Geschichte der Blutkörperchen, der Muskel- und Nervenfasern, so vielfach bearbeiteter Gegenstände, spricht auch gerade am meisten für den aufgestellten Satz. Freilich muß man auch die Gewebe richtig zu präpariren und zu behandeln verstehen. Wenn dies nicht der Fall ist, so giebt das Mikroskop zwar auch ein treues Bild, aber nicht das Bild der Theile in ihrem frischen, eigenthümlichen Zustande, sondern der durch Fäulniß, chemische Einflüsse u. s. f. veränderten, und es ist wieder nur ein Fehler des Urtheils, wenn man, wie z. B. bei den Nerven geschehen ist, von dem Anblicke der zerstörten Fasern auf ihr Verhalten im lebenden Körper schließt.

Zu den Täuschungen des Urtheils gehören endlich auch die nicht gar seltenen Fälle, wo Bewegungen der kleinsten Theilchen unter dem Mikroskop irrigerweise für thierische und danach Elementartheile für Infusorien gehalten wurden. Besonders berühmt wurde in dieser Beziehung die durch Brown entdeckte Molecularbewegung, welche allen sehr kleinen, in Flüssigkeiten suspendirten Theilchen zukommt und vorzüglich schön an den Körnchen des schwarzen Pigmentes beobachtet werden kann. Ohne Zweifel wird sie hervorgebracht von den Strömungen, welche durch Verdunstung der Flüssigkeiten an der Oberfläche entstehen, denn sie nimmt in dem Maaße

ist auch das Wasser mitunter unentbehrlich, um die Bläs
durchsichtig und den Inhalt oder die Kerne sichtbar zu mac
In anderen Fällen ist es zweckmäßig, allzuhelle und durchsic
Gegenstände durch Coaguliren zu verdichten, z. B. die Fasern
Linse, der Zonula Zinnii u. a. Dazu dient eine diluirte S
oder Salpetersäure oder Weingeist.

Von den härteren Gebilden des Körpers, Knochen und Zäh
erhält man dünne, zur Untersuchung taugliche Plättchen durch Sc
fen; Knorpel, Nägel und Gewebe von ähnlicher Consistenz kann m
mit scharfen Messern in hinlänglich feine Scheiben schneiden. Sch
riger ist die Behandlung der festweichen Stoffe, wie Ner
Muskeln, Bindegewebe, Drüsen u. dgl. Viel kommt schon
eine glückliche Wahl des Ortes an, von welchem man sie entnim
So findet man die Hirnfasern an den Marksegeln, die Nervenfas
in den dünnen Ciliarnerven zwischen Choroidea und Sklerotika
so feinen Lagen, daß kaum eine Präparation mehr nöthig ist; z
Untersuchung des Muskelgewebes kann man die Augenmuskeln klein
Säugethiere verwenden, zur Untersuchung von Capillargefäßen
Retina, deren weiche Nervensubstanz sich leicht abspülen läßt. Fa
rige Gewebe werden in ihre einzelnen Bündel oder Fasern du
Zerreißen mittelst zweier Nadeln, entweder mit bloßem Auge od
unter der Lupe, zerlegt. Will man aber Querdurchschnitte v
diesen Geweben oder feine Partikeln weicher und nicht faseriger Su
stanzen haben, so muß man auf Mittel denken, dieselben zu erhärte
Purkinje benutzte Holzessig und concentrirten liq. Kali carbonic
welche die thierischen Häute so hart machen, daß sich dünne La
mellen bequem daraus schneiden lassen. Hannover empfiehlt di
verdünnte Chromsäure, welche er von Jacobson zur Erhärtun
thierischer Gewebe anwenden sah. Raspail trocknete Stücke w
cher Pflanzensubstanz, nachdem er sie vorher mit Gummilösung g
tränkt hatte, um das Einschrumpfen zu verhindern, und Wasmar
hat dies Verfahren mit gutem Erfolge zur Untersuchung der M
genschleimhaut benutzt. In vielen Fällen ist es hinreichend, Stück
von Geweben oder Organen, sich selbst überlassen, zu trockne
Die Stücke dürfen nur nicht zu dünn seyn, weil sie sonst i
trocknen Zustande leicht brechen, und dürfen während des Trockne
nicht ausgespannt erhalten werden, denn dadurch eben entstehe
aus leicht begreiflichen Gründen Risse und Sprünge. Ich hab
von Stücken Haut, Cornea und Muskeln, nachdem sie hart w

Holz geworden waren, feine Spähnchen mehr geschabt, als geschnit-
ten, die, wenn sie im Wasser aufgeweicht wurden, die eigenthüm-
lichen Elemente dieser Gewebe wieder ganz unversehrt erkennen
ließen. Um aus dem frischen Gehirne und Rückenmarke und aus
den Geweben von ähnlicher Consistenz dünne Schnitte zu machen,
hat Valentin ein Instrument vorgeschlagen, welches er Doppel-
messer nennt[1]. Es besteht aus zwei sehr scharfen Klingen, die ver-
mittelst einer Schieberpincette beliebig einander genähert werden.
Je höher der Schieber hinaufgeht, um so enger wird der Zwischen-
raum zwischen beiden Schneiden.

So erwünscht es wäre, die Gegenstände in der Vergrößerung,
wie sie uns das zusammengesetzte Mikroskop zeigt, einer weiteren
anatomischen Präparation unterwerfen zu können, so schwer ist dies
zu bewerkstelligen. Eine Schwierigkeit liegt schon darin, daß das
Mikroskop die Gegenstände und so auch die zerlegenden Instrumente
umkehrt, so daß man anfangs immer die der gewollten entgegen-
gesetzte Bewegung ausführt; dem läßt sich indeß durch Aufmerk-
samkeit und Uebung abhelfen. Ein anderer Uebelstand wird durch
die Rohheit der Instrumente hervorgebracht, die, durch das Mi-
kroskop vergrößert, im Verhältniß zu den Objecten mehr wie
Keulen und Beile, denn wie Nadeln und Messer sich ausnehmen.
v. Nordmann[2] schlägt daher zu mikrotomischen Messern die
Spitzen von Cactus flagelliformis vor, die man der Länge nach
spalten und deren spitz zulaufende Enden man dann mit einem
Rasirmesser von beiden Seiten in einer schrägen Richtung abschnei-
den soll. Endlich können bei starken Linsen und kurzem Focal-
abstande die Werkzeuge nur in einer sehr geneigten, der horizon-
talen sich nähernden Richtung an den zu präparirenden Gegenstand
gebracht werden, und müssen daher immer eine große Fläche be-
rühren. Aus diesen Gründen muß man sich fast lediglich darauf
beschränken, die Präparate zu zerreißen oder durch einen methodisch
angebrachten Druck auseinander zu drängen, abzuplatten und end-
lich zu zerquetschen oder nach Umständen zu zersprengen. Es
geschieht dies durch aufgelegte dünne Glas- oder Glimmerplättchen,
und bei den berliner Mikroskopen sind solche Compressorien nach Ehren-

[1] Repertorium. 1839. S. 30.

[2] Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. H. 1. Berl. 1832. S. 32.

ist auch das Wasser mitunter unentbehrlich, um die Bläschen durchsichtig und den Inhalt oder die Kerne sichtbar zu machen. In anderen Fällen ist es zweckmäßig, allzuhelle und durchsichtige Gegenstände durch Coaguliren zu verdichten, z. B. die Fasern der Linse, der Zonula Zinnii u. a. Dazu dient eine diluirte Salz- oder Salpetersäure oder Weingeist.

Von den härteren Gebilden des Körpers, Knochen und Zähnen, erhält man dünne, zur Untersuchung taugliche Plättchen durch Schleifen; Knorpel, Nägel und Gewebe von ähnlicher Consistenz kann man mit scharfen Messern in hinlänglich feine Scheiben schneiden. Schwieriger ist die Behandlung der festweichen Stoffe, wie Nerven, Muskeln, Bindegewebe, Drüsen u. dgl. Viel kommt schon auf eine glückliche Wahl des Ortes an, von welchem man sie entnimmt. So findet man die Hirnfasern an den Marksegeln, die Nervenfasern in den dünnen Ciliarnerven zwischen Choroidea und Sklerotika in so feinen Lagen, daß kaum eine Präparation mehr nöthig ist; zur Untersuchung des Muskelgewebes kann man die Augenmuskeln kleiner Säugethiere verwenden, zur Untersuchung von Capillargefäßen die Retina, deren weiche Nervensubstanz sich leicht abspülen läßt. Faserige Gewebe werden in ihre einzelnen Bündel oder Fasern durch Zerreißen mittelst zweier Nadeln, entweder mit bloßem Auge oder unter der Lupe, zerlegt. Will man aber Querdurchschnitte von diesen Geweben oder feine Partikeln weicher und nicht faseriger Substanzen haben, so muß man auf Mittel denken, dieselben zu erhärten. Purkinje benutzte Holzessig und concentrirten liq. Kali carbonici, welche die thierischen Häute so hart machen, daß sich dünne Lamellen bequem daraus schneiden lassen. Hannover empfiehlt die verdünnte Chromsäure, welche er von Jacobson zur Erhärtung thierischer Gewebe anwenden sah. Raspail trocknete Stücke weicher Pflanzensubstanz, nachdem er sie vorher mit Gummilösung getränkt hatte, um das Einschrumpfen zu verhindern, und Wasmann hat dies Verfahren mit gutem Erfolge zur Untersuchung der Magenschleimhaut benutzt. In vielen Fällen ist es hinreichend, Stücke von Geweben oder Organen, sich selbst überlassen, zu trocknen. Die Stücke dürfen nur nicht zu dünn seyn, weil sie sonst im trocknen Zustande leicht brechen, und dürfen während des Trocknens nicht ausgespannt erhalten werden, denn dadurch eben entstehen aus leicht begreiflichen Gründen Risse und Sprünge. Ich habe von Stücken Haut, Cornea und Muskeln, nachdem sie hart wie

holz geworden waren, feine Spähnchen mehr geschabt, als geschnitten, die, wenn sie im Wasser aufgeweicht wurden, die eigenthümlichen Elemente dieser Gewebe wieder ganz unversehrt erkennen ließen. Um aus dem frischen Gehirne und Rückenmarke und aus den Geweben von ähnlicher Consistenz dünne Schnitte zu machen, hat Valentin ein Instrument vorgeschlagen, welches er Doppelmesser nennt[1]. Es besteht aus zwei sehr scharfen Klingen, die vermittelst einer Schieberpincette beliebig einander genähert werden. Je höher der Schieber hinaufgeht, um so enger wird der Zwischenraum zwischen beiden Schneiden.

So erwünscht es wäre, die Gegenstände in der Vergrößerung, wie sie uns das zusammengesetzte Mikroskop zeigt, einer weiteren anatomischen Präparation unterwerfen zu können, so schwer ist dies zu bewerkstelligen. Eine Schwierigkeit liegt schon darin, daß das Mikroskop die Gegenstände und so auch die zerlegenden Instrumente umkehrt, so daß man anfangs immer die der gewollten entgegengesetzte Bewegung ausführt; dem läßt sich indeß durch Aufmerksamkeit und Uebung abhelfen. Ein anderer Uebelstand wird durch die Rohheit der Instrumente hervorgebracht, die, durch das Mikroskop vergrößert, im Verhältniß zu den Objecten mehr wie Keulen und Beile, denn wie Nadeln und Messer sich ausnehmen. v. Nordmann[2] schlägt daher zu mikrotomischen Messern die Spitzen von Cactus flagelliformis vor, die man der Länge nach spalten und deren spitz zulaufende Enden man dann mit einem Rasirmesser von beiden Seiten in einer schrägen Richtung abschneiden soll. Endlich können bei starken Linsen und kurzem Focalabstande die Werkzeuge nur in einer sehr geneigten, der horizontalen sich nähernden Richtung an den zu präparirenden Gegenstand gebracht werden, und müssen daher immer eine große Fläche bedecken. Aus diesen Gründen muß man sich fast lediglich darauf beschränken, die Präparate zu zerreißen oder durch einen methodisch angebrachten Druck auseinander zu drängen, abzuplatten und endlich zu zerquetschen oder nach Umständen zu zersprengen. Es geschieht dies durch aufgelegte dünne Glas- oder Glimmerplättchen, bei den berliner Mikroskopen sind solche Compressorien nach Ehren-

[1] Repertorium. 1839. S. 30.

[2] Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Hft. 1. Berl. 1832. S. 32.

berg's Angabe beigegeben, bestehend in einer Messingbüchse, welche auf- und zugeschraubt werden kann. Im unteren Theile liegt ein dickes und darüber ein dünneres rundes Glas, beide mit einem Ausschnitte, in den ein am Rande der Messingbüchse vorragender Stift paßt. Das Object wird zwischen beide Gläser gelegt und diese werden durch Anschrauben des oberen Theiles der Büchse aneinander gepreßt. Dieser Apparat ist aber deshalb unbrauchbar, weil meistens das zuerst aufgelegte Glas durch sein Gewicht allein die weichen Objecte zerstört und also der Moment des Zerdrückens, auf den es gerade ankommt, nicht beobachtet werden kann. Es war daher sehr verdienstlich, ein Instrument zu erdenken, welches erlaubte, das obere, comprimirende Glas allmählig und während des Observirens dem unteren, objecttragenden zu nähern. Purkinje hat zuerst ein solches Instrument unter dem Namen des mikrotomischen Quetschers angegeben [1], welches nur unnöthigerweise complicirt und schwerfällig ist. Ein einfacherer und sehr brauchbarer Apparat wird von Schiek in Berlin verfertigt, welchen weitläufig zu beschreiben ich um so mehr für überflüssig halte, da derselbe wohlfeil ist und gewiß bald allgemein verbreitet seyn wird.

Auch die chemisch-mikroskopischen Experimente erfordern einige Uebung und noch mehr Geduld. Natürlich kann es nur darauf ankommen, Reactionen zu ermitteln, wie, ob ein Gewebe sich in bestimmten Stoffen löse oder nicht, damit anschwelle, blasser oder dunkler werde, gerinne u. s. f. Zuweilen reicht es hin, die zu untersuchenden Stoffe erst chemisch zu behandeln und dann unter das Mikroskop zu bringen. In vielen Fällen aber ist es unerläßlich, die Veränderungen, welche das Reagens erzeugt, von Anfang an zu beobachten, besonders wenn es sich darum handelt, ob Elemente sich ganz oder theilweise auflösen. Man setzt alsdann die chemischen Mittel den auf dem Objectträger befindlichen Präparaten zu. Geschieht dies ohne weitere Vorsicht, so entsteht während der Mischung eine so lebhafte Bewegung, daß für einige Zeit Alles dem Auge entschwindet und der Zweck des Versuches vereitelt wird. Besser ist es, die Präparate mit einem Gläschen zu bedecken und das Reagens in einem Tropfen an den Rand des Deckgläschens zu bringen, von wo es nach und nach zwischen beide Gläser eindringt. Da dies häufig sehr lange Zeit erfordert und oft auch ganz fehlschlägt, so

[1] Müll. Arch. 1834. S. 385. Taf. VIII. Fig. 1—6.

bediene ich mich eines feinen Zwirnfadens, dessen eines Ende ich in die Flüssigkeit bringe, welche das Object enthält, und zugleich tränke dieser mit einem dünnen Glasplättchen bedecke; auf das andere Ende des Fadens bringe ich alsdann einen Tropfen des Reagens, der sich nun durch die Capillarität des Fadens zwar auch langsam, aber sicher in die zu untersuchende Flüssigkeit hineinzieht. Auch bei dieser Methode bleiben indeß zuweilen einzelne Stellen verschont, wahrscheinlich in Folge starker Adhäsion des Präparates an die Gläser, und die Versuche müssen oft wiederholt werden, wenn sie Zutrauen verdienen sollen. Erwägt man dazu die Schwierigkeit, die angewandten Stoffe quantitativ zu bestimmen, und die Eigenthümlichkeit der Proteinverbindungen, sich in verschiedenen Reagentien je nach der Menge derselben bald zu präcipitiren, bald wieder aufzulösen: so wird es begreiflich, warum der chemische Theil unserer Untersuchungen noch so unvollkommen ist. Die meisten der bis jetzt vorhandenen Facta sind nach der Art, wie die Beobachtungen angestellt wurden, nur von geringem Werthe, und ich habe mich deshalb fast nur auf die Versuche mit Essigsäure beschränkt, die auch vor allen anderen wichtig sind wegen des verschiedenen Verhaltens dieser Säure zu den Zellen und zu deren Kernen. Eine genau durchgeführte *vergleichende* Arbeit über die Beziehung anderer Reagentien zu verschiedenen Geweben würde eine empfindliche Lücke der Histologie ausfüllen.

Je mehr die Arten der Fasern und Bläschen im thierischen Organismus sich häufen, um so nothwendiger wird es, zu ihrer Unterscheidung neben anderen Kennzeichen auch die Größenverhältnisse zu Hülfe zu nehmen. Aeltere Forscher begnügten sich mit der ungefähren Angabe der relativen Größe mikroskopischer Gegenstände, im Vergleiche zu Haaren, Sandkörnchen, Blutkörperchen. Jetzt soll das absolute Maaß derselben bestimmt werden. Die Mikrometer, Apparate zur Bestimmung des Durchmessers dieser kleinen Objecte, sind von zweierlei Art, Glas- und Schraubenmikrometer. Die Glasmikrometer sind Glastafeln, in welche mittelst einer Theilmaschine sehr feine Linien so dicht als möglich und in bestimmter Entfernung nebeneinander eingegraben sind. Gewöhnlich wird noch eine zweite Reihe von Linien angebracht, die die ersten unter rechten Winkeln schneiden, so daß quadratische Felder entstehen, und es ist nur auszumitteln, wieviel Felder ein mikroskopisches Object einnimmt oder wieviel der mikroskopischen Objecte auf ein Feld gehen.

Man bringt zu dem Ende das Präparat auf die Mikrometerplatte oder besser, man legt die Mikrometerplatte ins Ocular, so daß sie nur durch die Ocularlinse vergrößert wird und man durch das Netz von Strichen hindurch auf das Object sieht. Bei Anwendung des Schraubenmikrometers wird der zu messende Gegenstand unter einem durch das Ocular gespannten Faden hindurchgeführt, vermittelst Drehung einer sehr fein getheilten Schraube, die an der Stelle des Kopfes eine große, runde Scheibe hat, deren Rand in Grade eingetheilt ist. Sie dreht sich an einem feststehenden Nonius und so hat man ein Mittel, auszurechnen, wieviel Umdrehungen und wieviel Theile einer Umdrehung die Schraube machen mußte, bis der Gegenstand den Faden im Ocular passirt hat. Wenn durch einen Schraubengang der Objecttisch und der Gegenstand auf demselben um eine bestimmte Strecke, z. B. $1/10'''$, fortgeschoben wird und wenn der Schraubenkopf in 100 Grade eingetheilt ist, so hat der Gegenstand, wenn die Schraube um einen Theilstrich vorwärts bewegt wird, $1/1000'''$ durchlaufen. Es ist schwer zu entscheiden, welchem dieser Instrumente man den Vorzug geben will. Dem Princip nach ist das Schraubenmikrometer genauer, da bei dem Glasmikrometer immer noch etwas der Schätzung überlassen bleibt; indessen werden die letzteren jetzt so fein gemacht, daß sie für die meisten Fälle ganz ausreichen. Ich habe zu den in diesem Werke angegebenen Messungen ein Schraubenmikrometer benutzt, welches mit dem Nonius bis $1/10000$ einer pariser Linie angiebt. Zu größerer Sicherheit stelle ich die Messungen immer so an, daß ich denselben Gegenstand hin- und zurückführe, und nehme nur solche Messungen auf, bei welchen das Mikrometer, nachdem der Körper vor- und wieder rückwärts geschoben ist, genau auf denselben Punkt kommt, auf dem es zu Anfange des Versuches stand. Uebrigens kommen in der Größe der Elementartheile oft bedeutende Schwankungen vor und es ist daher gut, nachdem man etwa auffallend große und kleine ausgesucht und besonders gemessen hat, aus einer Anzahl verschiedener Messungen das Mittel zu ziehen. Als Probe wandte ich eine andere Methode an, die früher viel in Gebrauch war, nämlich das Object in seiner scheinbaren Größe aufzuzeichnen, so daß die Zeichnung und das Object einander decken, wenn beide in gleicher Entfernung vom Auge sich befinden und ein Auge durch das Mikroskop und das andere daneben nach der Zeichnung sieht. Die Zeichnung giebt die scheinbare Größe des Objectes bei der Ver-

ng, welche bekannt seyn muß. Die wirkliche Größe wird
durch eine einfache Division gefunden. Sämmtliche Abbil-
auf den beigegebenen Tafeln sind auf diese Weise gezeichnet
und zeigen demnach die scheinbare Größe der Gegenstände
angegebenen Vergrößerungen. Die Vergrößerung, die eine
giebt, wird bekanntlich aus der Focaldistanz derselben berech-
ndem man annimmt, daß der Abstand, in welchem ein Körper
loßem Auge deutlich gesehen wird, 8″ betrage. Der schein-
Durchmesser eines Körpers wächst in demselben Verhältnisse,
dem Auge oder der Linse genähert werden kann; er wird
mal vergrößert durch eine Linse von 1″ Brennweite, 96 mal
eine Linse von 1‴ Brennweite u. s. f. Es muß bei dieser
nheit noch erinnert werden, daß in älteren Werken die Ver-
ungen nicht nach dem Durchmesser, sondern nach der Fläche
en werden, welche gleich ist dem Quadrate des Durchmessers.

Erster Theil.

Von den Formen und Eigenschaften der thierischen Elementartheile im Allgemeinen.

Den Stoff für eine Geschichte der thierischen Elementartheile liefern die Beobachtungen über die Structur und Entwickelung der besonderen Gewebe. In dem Maaße als diese sich vervollständigen und an Sicherheit gewinnen, stellt sich leichter und zuverlässiger das denselben Gemeinsame heraus. Um so mißlicher ist die Abstraction in einem Gebiete, wo noch so viel zu erforschen übrig und so wenig von dem Erforschten unbestritten ist. Der Gang, den die Bearbeitung unseres Gegenstandes bis jetzt genommen, und der Mangel an Material machen es nöthig, zuweilen auf eine Vergleichung mit den vegetabilischen Geweben einzugehen. Dem Schaden, den eine vorschnelle Benutzung der Facta stiften könnte, hoffe ich dadurch vorzubeugen, daß ich bei jedem allgemeinen Ausspruche genau die Erfahrung angebe, auf welche derselbe gegründet ist.

Wir gehen von dem am besten gekannten Theile, von den fertigen Elementarzellen aus, um dann nach einer Seite hin ihren Ursprung, nach der anderen ihre weitere Entwickelung zu verfolgen.

Die Elementarzellen (primäre Zellen, Kernzellen, cellulae nucleatae).

In den meisten pflanzlichen und thierischen Geweben kommen während des ganzen Lebens oder zu einer gewissen Zeit ihrer

Entwickelung mikroskopische Körperchen von eigenthümlicher und sehr charakteristischer Form vor, welche man mit den oben angeführten Namen zu bezeichnen pflegt. Es sind Bläschen (Taf. I. Fig. 1. Taf. II. Fig. 2. Taf. IV. Fig. 1, E. Taf. V. Fig. 4, B. 15. 22, B.), bestehend aus einer feinen Haut und einem flüssigen, mitunter etwas körnigen Inhalte; in ihrer Wand liegt ein kleinerer, dunklerer Körper (Taf. I. Fig. 1, b), der Zellenkern, Nucleus, Cytoblast (Schleiden), und dieser ist in der Regel ausgezeichnet durch einen oder zwei, selten mehr noch dunklere und fast regelmäßig runde Fleckchen (Taf. I. Fig. 1, e), Nucleoli, Kernkörperchen. Der Zellenkern ist von ziemlich beständiger Größe und Form, rund oder oval, 0,002—0,004‴ im Durchmesser, meist etwas abgeplattet, hell oder gelbröthlich, glatt, fein granulirt oder auch gleich einer Himbeere aus feineren Körnchen zusammengesetzt (Taf. I. Fig. 7), in welchem Falle die Kernkörperchen nicht sichtbar sind. Auch der Zellenkern scheint zuweilen aus einer membranösen Hülle und eingeschlossener Flüssigkeit zu bestehen, wenigstens kann er sich unter Umständen in ein Fettbläschen verwandeln.

Die meisten Elementarzellen lösen sich, zumal in der ersten Zeit nach ihrer Bildung oder in der Jugend, wenn man so sagen darf, in Essigsäure auf, wonach die Kerne zurückbleiben und um so deutlicher als etwas Selbstständiges unterschieden werden können. Kern und Kernkörperchen sind aber, so viel man weiß, chemisch nicht unterschieden, man kann die Kerne nicht zerstören ohne gleichzeitig die Kernkörperchen zu vernichten, und aus diesem Grunde ist es auch noch nicht gewiß, ob die Kernkörperchen Flecken, Lücken oder selbstständige Kügelchen oder Bläschen, im Innern oder in der Wand des Nucleus sind. Nach Schwann[1] liegen sie an den runden Zellen excentrisch, bei den hohlen an der inneren Wandfläche des Kernes. Bei den Pflanzen sollen sie, wie Schleiden angiebt, selbst noch hohle Bläschen seyn können.

Die Zellen liegen in einem formlosen Stoffe, Cytoblastem nach Schwann, in welchem sie schwimmen, wenn das Cytoblastem flüssig ist, oder gleichsam eingebettet sind, wenn das Cytoblastem festweich oder fest ist. Das feste Cytoblastem, in welchem die Zellen mehr oder minder gedrängt sind, erscheint als Intercellularsubstanz und ist zugleich das Bindemittel der Zellen.

1 Mikroskop. Unters. S. 206.

Entstehung der Zellen.

Um die Art, wie die Zellen sich bilden, zu studiren, muß man entweder die Entwickelung des Eies und der einzelnen Gewebe aus dem Keime oder deren Regeneration im Erwachsenen verfolgen. Am meisten eignen sich hierzu die Gewebe, welche sich beständig und normal von einer bestimmten Seite her wiedererzeugen, wie die Horngebilde. Manche Aufschlüsse haben auch die Processe der Organisation geliefert, die in exsudirter plastischer Flüssigkeit, namentlich nach Entzündung, stattfinden.

Bei den Pflanzen entstehen die Zellen, Schleiden's Untersuchungen zufolge [1], ganz allgemein so, daß um einzelne, scharf begrenzte Körnchen, um die Kernkörperchen nämlich, granulöse Coagulationen auftreten, die den Cytoblasten darstellen; auf dem ausgebildeten Cytoblasten erhebt sich ein feines, durchsichtiges Bläschen, welches anfangs ein flaches Kugelsegment darstellt, allmählig sich mehr ausdehnt und über den Rand des Zellenkernes hinauswächst, bis der letztere nur als ein kleiner, in einer der Seitenwände eingeschlossener Körper erscheint.

Diesen Gang hält Schwann auch für den gewöhnlichen bei den thierischen Zellen [2]. Es werde zuerst ein Kernkörperchen gebildet, um dieses schlage sich eine Schicht gewöhnlich feinkörniger Substanz nieder, die aber nach außen noch nicht scharf begrenzt sey. Indem zwischen die vorhandenen Molecule dieser Schicht immer neue Molecule gelagert werden, und zwar nur in bestimmter Entfernung von dem Zellenkerne, grenze sich die Schicht nach außen ab und es entstehe ein mehr oder weniger scharf begrenzter Zellenkern. Geschieht die Ablagerung stärker im äußeren Theile der Schicht, so wird der Zellenkern hohl, verdichtet sich stärker und kann zu einer Membran erhärten. Die Entstehung der Kerne mit mehr als einem Kernkörperchen stellt sich Schwann so vor, daß die Schichten, die sich um zwei nahe aneinander liegende Kernkörperchen bilden, ineinander fließen, bevor sie nach außen scharf abgegrenzt sind. Derselbe Proceß wiederhole sich bei der Bildung der Zelle um den Kern. Auf der äußeren Oberfläche des Zellenkernes schlage sich eine Schicht Substanz nieder, die von dem um-

[1] Müll. Arch. 1838. S. 137 ff.

[2] a. a. O. S. 207.

gebenden Cytoblastem verschieden ist, sich anfangs noch nicht scharf begrenzt zeige, bei fortdauernder Ablagerung aber sich nach außen abgrenze. Auch hier kann es geschehen, daß zwei Kerne zugleich von der Substanz, die sich zur Zelle ausbildet, umschlossen und Zellen mit mehr als einem Kerne gebildet werden. Wenn die Schicht dick ist, so consolidirt sich allmählig der äußere Theil derselben zu einer Membran oder zeigt sich wenigstens compacter, als der innere Theil. Die festgewordene Zellenmembran dehnt sich allmählig aus, entfernt sich von dem Zellenkern und der Raum zwischen Zellenmembran und Kern wird von Flüssigkeit ausgefüllt.

Was nun zuerst die Entstehung des Zellenkerns betrifft, so gründen sich Schwann's Ansichten darüber, abgesehen von der vorausgesetzten Analogie mit den Pflanzen, auf zwei unsichere Beobachtungen. R. Wagner [1] hat die Entwickelung der Eier im Eierstocke von Agrion virgo dargestellt, und darnach würde zuerst der Keimfleck, um diesen das Keimbläschen, endlich um das Keimbläschen der Dotter mit seiner Dotterhaut sich bilden. Nimmt man mit Schwann das ganze Ei (Taf. V. Fig. 23) für eine Zelle, das Keimbläschen (e) für den Zellenkern, den Keimfleck (f) für das Kernkörperchen, so wäre dadurch allerdings die Präexistenz des Kernkörperchens bewiesen. Allein diese Deutung unterliegt noch manchem Bedenken; sie beruht zum Theil gerade auf der Annahme, welche zu beweisen sie dienen soll, nämlich auf der Annahme, daß die Bildung des Kernkörperchens der Bildung des Kerns vorangehe; viele Gründe aber, welche erst in der speciellen Beschreibung ausgeführt werden können, sprechen viel mehr dafür, daß das Keimbläschen selbst der Zelle entspreche und der Keimfleck dem Zellenkern, in welchem, wie so oft, das Kernkörperchen fehlt oder undeutlich ist. Die zweite hieher bezügliche Beobachtung führt Schwann mit folgenden Worten an [2]: „Taf. III. Fig. 1, e scheint ein in der Entstehung begriffener Zellenkern einer Knorpelzelle zu seyn. Man sieht dort ein kleines, rundes Körperchen und um dasselbe liegt etwas feinkörnige Substanz, während das übrige Cytoblastem des Knorpels homogen ist. Diese feinkörnige Substanz verliert sich allmählig nach außen." Etwas Aehnliches habe ich

1 Abhandlungen der mathematisch-physikal. Classe der baier. Akad. der Wissenschaften. Bd. II. S. 531. Taf. II. Fig. 1.

2 a. a. O.

auch einmal im Knorpel im Innern einer Zelle gesehen und Taf. V. Fig. 6, A. o abgebildet. Die Entstehung von Knorpelzellen im Innern bereits gebildeter Zellen einstweilen zugegeben, so konnten die Körnchen n und o neue Kernkörperchen und die Kreislinie um o Contour eines neuen Zellenkerns seyn. Es hatte indeß in diesem Knorpel eine Fettablagerung begonnen, so daß der Cytoblast der Mutterzelle selbst (m) in ein Fettbläschen umgewandelt schien, und so mochten auch n und o zufällig abgelagerte Fettmolecule seyn.

Andere Beobachtungen machen es zweifelhaft, ob die granulöse Substanz, aus welcher der Zellenkern hervorgeht, sich nur in der Umgebung eines Kernkörperchens niederschlagen könne. Man findet, wie bereits erwähnt, Zellenkerne, die ganz gleichmäßig aus einer großen Menge feiner Körnchen zusammengesetzt scheinen, am häufigsten in den Drüsen (Taf. V. Fig. 18) und in den Blutkörperchen niederer Wirbelthiere [1], auch zuweilen in der Oberhaut [2] und in Geschwülsten [3]. Die äußeren Contouren dieser Kerne glätten sich später und die körnige Masse scheint sich an der Oberfläche zur Membran zu verdichten, während der Inhalt immer klarer wird, ohne daß auch später Kernkörperchen hervorträten. Indeß könnten sie hier anfangs durch die Masse der Körnchen versteckt und später verschwunden seyn, wie dies in den Kernen der Epidermis fast regelmäßig geschieht. Reichert [4] erhebt ebenfalls Bedenken gegen Schwann's Theorie von der Präexistenz der Kernkörperchen, indem dieselben in den Zellenkernen der ersten Anlagen des Embryo nicht sichtbar seyen und erst später bei der weiteren Entwickelung hervortreten. Er vermuthet deshalb, daß die Kernkörperchen in Folge einer besonderen und späteren Metamorphose des Kerns erscheinen. Freilich ist es, wie sich später zeigen wird, nicht gewiß, ob das, was Reichert an den Zellen der ersten Anlagen für den Kern hält, demselben wirklich entspreche.

Eine nicht unbeträchtliche Zahl von Thatsachen läßt sich für eine ganz andere Art der Entwickelung des Zellenkerns anführen. Die meisten derselben wurden bei der Neubildung beobachtet, welche

1 Baumgärtner, Nerven und Blut. S. 45. Taf. VIII. Fig. 10. — R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XIII. Fig. 3. 7.

2 Valentin, Repert. 1836. Taf. II. Fig. 34.

3 J. Müller, Bau d. krankh. Geschwülste. Taf. III. Fig. 5. u. a.

4 Entwickelungsleben. S. 28.

in Folge eines pathologischen Processes, der Entzündung, stattfindet. In entzündeten Theilen tritt nämlich, gleichviel aus welchem Grunde, der flüssige Theil des Blutes in größerer Menge, als bei der normalen Ernährung, über die Grenze der Blutgefäße hinaus und sammelt sich an der Oberfläche von Häuten unter ihrer Oberhaut oder in Zwischenräumen des Parenchyms an, die allmählig vergrößert werden, je mehr Flüssigkeit zuströmt, und zu einer Höhle zusammenfließen können. Im ersten Falle entstehen Bläschen oder Pusteln, im zweiten Falle bildet sich eine Absceßhöhle. Die angesammelte Flüssigkeit wird, je nach ihrer Consistenz, Eiter oder Serum oder endlich plastische Lymphe, plastisches Exsudat genannt, wenn der Faserstoff derselben geronnen und der flüssige Theil resorbirt oder auf irgend einem anderen Wege entfernt worden ist. Die Consistenz ist aber nicht blos bedingt durch die Menge im Blute aufgelöster Stoffe oder durch Präcipitation eines formlosen Faserstoffes, sondern durch die Gegenwart von mikroskopischen Körperchen, die unter dem Namen der Eiterkörperchen seit lange beschrieben werden und die, wie neuere Untersuchungen lehren, nichts Anderes sind als Elementarzellen, im Uebergange zu den Geweben, welche der Organismus an der verletzten Stelle neu erzeugt. Das Eiterserum, in welchem die Körperchen schwimmen, ist flüssiges, der geronnene Faserstoff festes Cytoblastem.

Die Eiterkörperchen haben eine Schale, welche durch Essigsäure erst durchsichtig, dann aufgelöst wird, und innerhalb derselben einen Kern, der nach Anwendung der Essigsäure selten einfach, meist aus 2 bis 4 kleinen Kernen zusammengesetzt erscheint[1]. In frischen Eiterkörperchen ist der Kern einfach, meist mit einem centralen Flecke versehen; er ist entweder gleich anfangs sichtbar oder zeigt sich nach kurzem Verweilen der Körperchen in Wasser. Läßt man Wasser oder verdünnte Essigsäure längere Zeit und langsam einwirken, so wird der einfache Kern in einigen Zellen nur blasser, in anderen reißt er vom Rande aus ein, so daß er bald herz-, bald biscuitförmig, bald von der Gestalt eines Kartentresse erscheint, in anderen endlich kommt es von den Einrissen des Randes zu wirklicher Spaltung und zum Zerfallen des einfachen Kerns in 2 oder 3, selten 4 kleinere. Bis zum Zerfallen durchlaufen die

1 Güterbock, de pure et granulatione. p. 7. Vogel, Eiter, Eiterung etc. S. 26.

letzteren, wenn die Essigsäure langsam einwirkt, die anderen Formen nacheinander (Vgl. Taf. V. Fig. 22, A—E) [1]. Die Körnchen, in welche die Cytoblasten zuletzt zerfallen, sind 0,001 — 0,002''' im Durchmesser, von scharfen, dunkeln Contouren, etwas platt und napfförmig ausgehöhlt, daher anscheinend ringförmig.

Die Eiterkörperchen, deren Kern von Essigsäure nicht angegriffen wird, gleichen vollkommen den Elementarzellen, aus welchen die Oberhaut und andere thierische Gewebe sich bilden. Da nun von jenen zu den Eiterkörperchen mit mehrfachem Kern ein allmähliger Uebergang stattfindet, so entstand die Frage, ob die Elementarzellen, z. B. der Oberhaut, durch eine Art Zersetzung und Auflösung in Eiterkörperchen übergehen oder ob umgekehrt die Eiterkörperchen mit zerfallenden Kernen eine frühere Entwickelungsstufe der gewöhnlichen Elementarzellen seyen. Ich sprach mich aus manchen Gründen [2] für die letztere Ansicht aus und nahm an, daß der Kern der Elementarzellen aus kleineren Kernchen zusammengesetzt werde, die, je jünger, um so schwächer verbunden, um so leichter durch Wasser und Essigsäure wieder von einander getrennt werden könnten, etwa wie zwei aneinander geleimte Körper sich um so leichter trennen lassen, je frischer der Leim ist. Eine Beobachtung Vogel's [3], dessen Schrift gleichzeitig mit der meinigen erschien, erhob diese Vermuthung zur Gewißheit. Schon Güterbock und Viele nach ihm haben im Eiter außer den gewöhnlichen Eiterkörperchen kleinere Körnchen entdeckt, die in Form und Größe denjenigen entsprechen, in welche der Nucleus der Eiterkörperchen zerfällt. Diese aber sind nach Vogel die ersten mikroskopischen Theile, die in der anfangs wasserklar ergossenen Wundflüssigkeit erscheinen; in geronnenem plastischem Exsudat liegen sie zerstreut umher; ihre Menge nimmt allmählig zu; einzelne darunter sind größer. Allmählig sieht man ein einzelnes solches dunkles Körnchen oder zwei bis drei derselben, welche miteinander vereinigt sind, mit einem zarten, durchsichtigen Hof umgeben, noch später erscheinen größere Körperchen, von 0,003''' Durchmesser, in denen man nur noch undeutlich einen dunkleren Kern in einer helleren, halbdurchsichtigen

1 In der citirten Abbildung sind Schleimkörperchen dargestellt, die sich aber mikroskopisch den Eiterkörperchen vollkommen ähnlich verhalten.

2 Schleim und Eiter. S. 18.

3 a. a. O. S. 152.

wahrnimmt; endlich finden sich in der Flüssigkeit ausgebildete
rperchen. Diese wichtigen Beobachtungen machte Vogel
asen, die durch Kanthariden gezogen worden waren, und an
laffenden Hautwunde eines Kaninchens.

Von den im erwachsenen Körper unter normalen Bedingun-
h regenerirenden Elementarzellen schließen sich zunächst hier an
genannten Schleimkörperchen, an welchen wir dieselben For-
und Uebergänge wie bei den Eiterkörperchen nachgewiesen ha-
Sie erfüllen die feinsten Enden der Schleim-, Speichel-,
endrüsen u. a. Vom Kern der Zellen in den Magen-
weiß man durch Wasmann[1], daß er von Wasser und Es-
e gleich dem Kern der Schleimkörperchen zerfällt. Die Kör-
n der Lymphe (Taf. IV. Fig. 1, E), die auch im Blute noch
amen und ohne Zweifel in Blutkörperchen übergehen, unter-
n sich nur durch ihre geringere Größe von den Eiterkörperchen.
em enthält die Lymphe und der Chylus anfangs, gleich der
entstandenen Wundflüssigkeit, die kleinen Kernchen vereinzelt,
äter durch ihr Zusammentreten den Cytoblasten ausmachen.
bare Cytoblasten fand ich ferner in den jüngeren Epithelium-
n (Taf. I. Fig. 7, a), wiewohl selten. Valentin[2] traf die-
endlich auch beim Embryo in den Zellen, aus welchen Muskel-
Nervengewebe hervorgehen, und Schwann hat selbst einen
n Cytoblasten aus dem Muskel eines Schweinsembryo abge-
[3]. Wie soll man sich bei dieser Entstehungsweise der Cyto-
n die Bildung des Kernkörperchens erklären? Es lassen sich
er nur Vermuthungen aufstellen. Wenn man ihre Lage und
in Vergleich mit der Zahl der Körnchen erwägt, durch deren
melzung die Zellenkerne entstehen, so kann man auf den Ge-
kommen, daß sie übrig gebliebene Lücken seyen, mit einer
brigen Cytoblasten verschiedenen Substanz erfüllt.

Die Entwickelung der Zelle um den Kern beginnt, wie sich aus
n mitgetheilten Beobachtung von Vogel und aus meinen
chungen über die Blutkörperchen ergiebt, noch ehe die Ver-
ung der Körnchen zum Cytoblasten angefangen hat. Wenn
rn fest geworden ist, wächst die Zelle fort, wird dichter und
h mit ihrem specifischen Inhalte. Nur ausnahmsweise finden

e digestione p. 11.
Müll. Arch. 1840. S. 202—219.
Mikroskopische Unters. Taf. III. Fig. 13.

sich im Schleime große, den Epitheliumzellen der oberflächlichen Schicht ähnliche Zellen, deren Kerne noch durch Essigsäure zerfallen[1]. Daß, wie Schwann angiebt, die Zelle zu allererst als eine Schicht feinkörniger und nicht genau begrenzter Substanz sich an den Kern anlagere und erst später durch Verdichtung an der Oberfläche zu einem Bläschen werde, ist zwar sehr wahrscheinlich, aber auch noch nicht eigentlich Resultat der Beobachtung. Schwann selbst beruft sich auf eine Abbildung von Knorpelzellen (Taf. III. Fig. 1), wo bei d den Kern einer großen Zelle feine und nicht scharf begrenzte Pünktchen umgeben. Diese Pünktchen könnte man für den Anfang einer neuen Zelle nur dann halten, wenn man bei dem Knorpel die Bildung neuer Zellen innerhalb der alten zugäbe. Schwann giebt dies nicht zu. Die einzigen, einigermaßen zuverlässigen Facta, die ich anführen kann, ergeben sich aus der Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen und aus der Vergleichung der verschiedenen Pigmentzellen untereinander. Unreife Blutkörperchen, von der Form, welche Taf. IV. Fig. 1, E. d abgebildet ist, wo irgend eine klebende Substanz die Körnchen nur lose um den Kern zusammenhält, scheinen durch Verdichtung an der Peripherie in die Form f überzugehen, bis endlich die Granulationen ganz verschwinden und der Zelleninhalt sich gleichmäßig färbt. In den Pigmentzellen der Uvea scheinen die kleinen Pigmentkörperchen durch ein festes Bindemittel, nicht durch eine äußere Haut zusammengehalten, während dagegen manchmal in den Pigmentzellen der Choroidea die Körperchen in einer von der Zellenmembran eingeschlossenen Flüssigkeit frei liegen und sogar Molecularbewegung zeigen.

Uebrigens entsteht wahrscheinlich die thierische Zelle, gleich der pflanzlichen, an Einer Seite des Kerns, so daß dieser der Zelle anfangs nur äußerlich aufliegt oder, wie von einem Uhrglase, durch die Zelle bedeckt wird. Ich habe eine solche Zelle aus der menschlichen Krystalllinse abgebildet (Taf. II. Fig. 2, C), Hallmann[2] fand dergleichen im Inhalte der Hoden bei Rochen.

Die bis jetzt berührten Fälle haben das miteinander gemein, daß der Kern, wie er auch entstehen möge, vor der Zelle da ist und daß von ihm die Bildung der Zelle ausgeht. Wir wenden uns nunmehr zu einer Reihe zellenähnlicher Bildungen, bei welchen

1 Schleim und Eiter. S. 18.

2 Müll. Arch. 1840. S. 471. Taf. XV. Fig. 2. a—e.

der Zellenkern entweder gar keine Rolle zu spielen oder nachträglich im Innern der Zelle zu entstehen scheint.

Fürs erste giebt es, wie Kerne ohne Kernkörperchen, so auch Zellen ohne Kern. Bei den Kryptogamen und selbst in vielen Fällen bei höheren Pflanzen geht die Bildung neuer Zellen ohne Spur von Cytoblasten vor sich [1]. Schwann vermißte den Kern bei Fischen in Zellen der Chorda dorsalis, welche als eine junge Generation in den größeren eingeschlossen sind [2]. In seltenen Fällen lag ein sehr kleines Körperchen an der inneren Fläche der jungen Zelle an, von dem es ungewiß ist, ob es sich zum Kern entwickeln könne. An den Zellen, in welchen die Samenthierchen entstehen, ist ebenfalls noch kein Kern gefunden. Am meisten sind die Zellen des Dotters und der Keimhaut untersucht, aber die Aussagen darüber lassen sich noch schwer vereinigen. Schwann [3] unterscheidet an dem Dotter des Hühnereies zweierlei Kugeln, die eigentlichen Dotterkugeln und die Kugeln der Dotterhöhle, welche außerdem in dem von da zur Keimhaut gehenden Canale und in dem Hügel der Keimschicht vorkommen. Die eigentlichen Dotterkugeln bestehen aus Körnchen von verschiedener Größe, die den Milchkügelchen gleichen. In Wasser zerfallen sie, so daß die einzelnen Körnchen frei werden; diese scheinen durch eine Membran zusammengehalten, denn unter dem Compressorium zerquetscht, reißt die Kugel plötzlich an Einer Seite, während die übrigen Ränder glatt bleiben. Einen Kern oder etwas dem Aehnliches konnte Schwann nicht finden und auch Reichert [4] suchte danach in Frosch- und Hühnereiern vergebens. Im Vertrauen auf die Allgemeingültigkeit der von Schwann aufgestellten Gesetze nimmt er an, daß der Kern früher vorhanden gewesen und nach Vollendung der Zelle verschwunden sey. Bergmann's Erfahrungen über die Genesis der Dotterkugeln beim Frosch und Salamander [5] sprechen entschieden gegen diese Hypothese. Darnach besteht der Dotter anfangs aus ganz gleichmäßig zusammenliegenden Körnchen, die sich erst in einige große und dann in immer kleinere Gruppen sondern; die letzten Gruppen sind die Dotterkugeln, die also nur Klümpchen der kleinen, von einer consisten-

1 Meyen in Wiegmann's Archiv. 1839. II, 19.
2 Mikroskop. Unters. S. 15.
3 Ebendas. S. 57.
4 Entwickelungsleben. S. 6. 93.
5 Müll. Arch. 1841. S. 92.

ten Bindemasse zusammengehaltenen Körnchen sind, anfangs ohne umhüllende Membran, später erst bildet sich die Zellenhaut. Schwann's zweite Art von Kugeln, die Kugeln der Dotterhöhle, sind kleiner, als die eigentlichen Dotterkugeln, vollkommen rund, hell mit glatten Rändern, und enthalten an der inneren Fläche der Wand eine kleinere, ebenfalls ganz runde Kugel, die einem Fetttropfen gleicht. An jungen Dottern werden die Kugeln der Dotterhöhle durch Wasser sogleich zerstört; sie platzen mit einem Ruck, der sich an der inneren, dunkeln Kugel bemerklich macht. Diese und etwas feinkörnige Substanz bleibt zurück. Schwann will nicht entscheiden, ob die dunkle oder Kernkugel, wie er sie nennt, die Stelle des Zellenkerns vertrete; Reichert nimmt sie dafür[1], und die Art, wie einige der Kugeln der Dotterhöhle sich weiter umwandeln, ist seiner Annahme günstig. Es zeigt sich nämlich ein grob- oder feinkörniger Niederschlag im Innern der Zelle anfangs um die Kernkugel und dehnt sich von da an weiter aus, wobei die Kernkugel sich, obgleich durch den Niederschlag versteckt, doch immer selbstständig erhält. In anderen Fällen aber wird die ganze Zelle nach und nach erfüllt mit Kugeln von der Größe und dem fettähnlichen Ansehen der Kernkugel, die man doch unmöglich alle für Kerne halten kann. Dabei ist noch zu bedenken, daß sich zwischen den eigentlichen Dotterkugeln und den Kugeln der Dotterhöhle Mittelstufen finden. Es giebt eigentliche Dotterkugeln, die unter den kleinen Körnchen eins oder mehrere größere, den Kernkugeln ähnliche enthalten, und Kugeln der Dotterhöhle, die mit einer größeren oder geringeren Menge jener kleineren Körnchen erfüllt sind. Möglich also, daß die eine Form in die andere übergeht; die eigentlichen Dotterkugeln wären dann gewiß die primitive Form, denn sie sind jünger; die Dotterhöhle mit ihren Zellen wird zuerst gebildet und die eigentliche Dottersubstanz legt sich schichtweise um dieselbe[2]. Die Veränderungen der Zellen der Dotterhöhle erfolgten alsdann gerade in der entgegengesetzten Ordnung von der, welche Reichert angiebt, d. h. die Kugeln wären zuerst angefüllt und würden nach und nach leer bis auf die Kernkugel. In der That hat Reichert die Succession der einzelnen Formen weder räumlich noch zeitlich hinreichend festgestellt. Was Bischoff[3] an befruchteten Säuge-

1 a. a. O. S. 90.
2 Schwann, a. a. O.
3 R. Wagner's Physiol. S. 99.

thiereiern beobachtet hat, stimmt auch eher zu dem von uns angenommenen Gange. Bischoff fand hüllenlose Klümpchen von Dotterkörnchen, die sich später mit einer Haut umgaben, worauf die Dotterkörnchen sich in Ringe ordneten. Ich vermuthe, daß die Dotterkörnchen sich überall an den Wänden der Blase anlegten und nur die Mitte frei ließen oder vielmehr, daß die Dotterkörnchen im Innern der Zellen nach und nach verschwanden und die an der Peripherie übrig blieben. Der Anschein von Ringen muß unter dem Mikroskop entstehen, wenn Körnchen gleichmäßig über eine Kugelfläche ausgebreitet sind, weil jedesmal nur eine durch die Kugel gelegte Ebene sich im Focus befindet. Nach Bischoff wird weiterhin jedes Dotterkörnchen zum Kern einer Zelle. Ich werde darauf noch einmal zurückkommen.

Den Dotterkugeln ähnliche Körper kommen auch im Eiter und in anderen, plastischen Exsudaten vor. Es sind große, dunkle Kugeln, Conglomerate von einer Menge kleinerer Kügelchen, die den kleinsten Fettkügelchen gleichen. Sie sind 2 bis 3 Mal so groß, als die Eiterkörperchen. Gluge[1] hat sie unter dem Namen der zusammengesetzten Entzündungskugeln zuerst genauer beschrieben, mit Unrecht aber behauptet, daß die Körperchen, welche dieselben zusammensetzen, die Kerne der Blutkörperchen seyen. Dies kann schon deshalb nicht richtig seyn, weil von den Blutkörperchen der Säugethiere und des Menschen die wenigsten noch einen Kern enthalten. Dieselbe Art von Kugeln bildet Valentin[2] aus einem Kropfe und J. Müller[3] aus Krebsgeschwülsten ab. Hecht[4] bestätigte die Anwesenheit der Entzündungskugeln in den Nieren bei der Bright'schen Krankheit; Gruby[5] wies dieselben in vielen Arten von Eiter und puriformem Schleime nach. Gerber[6] fand sie in krankhaft erzeugten, geschlossenen Cysten und im Schleime. Zusammengesetzte Kugeln von ganz gleicher Form enthält das Colostrum und die Milch in der ersten Zeit nach der Entbindung (Taf. V.

1 Unters. zur Pathologie. S. 12. Taf. I. Fig. I. 2.

2 Repert. 1837. Taf. I. Fig. 18. d.

3 Bau d. krankh. Geschwülste. Taf. I. Fig. 12. Taf. II. Fig. 2.

4 De renibus in morbo Brightii degeneratis. Berol. 1839. p. 16.

5 Observat. microscop. p. 19, 34, 38, 43, 46, 47. Fig. 20. 22. 47—49. 62. 72. 78. 80.

6 Allg. Anat. Fig. 9, c. Fig. 25.

Fig. 21, D). Alle diese Kugeln sind ohne Hülle, die Körperchen werden durch eine eiweißartige Substanz zusammengehalten, die durch Essigsäure aufgelöst wird, worauf jene sich von selbst oder auf geringen Druck zerstreuen. Es kann sich aber eine Haut um diese Conglomerate bilden, denn neben ihnen treten immer, wenigstens in den Exsudaten, Kugeln von derselben Größe und Zusammensetzung auf, welche eine deutliche Hülle haben. Ferner bemerkt man in den Entzündungs- und Colostrumkugeln häufig ein größeres Fettbläschen, welches die Stelle des Kerns zu vertreten scheint (Taf. V. Fig. 21, C) allerdings oft auch mehrere; möglicherweise endlich könnten sich aus den Entzündungskugeln die großen mit regelmäßigem Kern und körnigem Inhalt versehenen Zellen hervorbilden, welche ich in Tuberkeln, in degenerirten Nieren bei Bright'scher Krankheit gesehen habe[1] und die in den Nieren ebenfalls von Hecht[2] wiedergefunden worden sind.

Die Uebergänge, welche wir an diesen pathologischen Producten nur vermuthen, wurden an den Blutkörperchen des Embryo von C. H. Schultz verfolgt. Wenn seine später ausführlich mitzutheilende Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen in Froschembryonen richtig ist, so erscheinen zuerst kugelrunde Conglomerate von scharf begrenzten, kleinen Körperchen, die sich später von einer eignen Haut umschlossen zeigen. Die Kügelchen schwinden im Centrum der Kugel, allmählig auch an den Wänden bis auf eins oder drei, die miteinander verschmelzen und den Kern darstellen.

Aus den Beobachtungen über die Entwickelung der Zellen, welche wir hier zusammengestellt haben, ergiebt sich, daß die allerersten und allgemeinsten Formelemente der thierischen Gewebe scharf begrenzte, den Fettbläschen ähnliche Körnchen von 0,001—0,002''' Durchmesser sind. Um ein solches Körnchen legt sich vielleicht die schwach granulirte Substanz des Cytoblasten an, um den hernach die Zelle sich formt, oder es verschmelzen deren 2—4 oder auch eine größere Anzahl, um einen Zellenkern zu bilden, oder sie sammeln sich in noch größeren Haufen und werden sogleich zur Zelle, in der ein Kern gar nicht oder erst später entsteht. Ueberall, wo neue Bildungen vor sich gehen sollen, treten diese Körnchen auf; wir begegnen ihnen im Dotter, in der Milch, in dem Chylus und der Lymphe, in den feinsten Anfängen aller Drüsen, in den Epi-

1 Schleim u Eiter. S. 60.
2 a. a. O. S. 18.

theilen, wenn eine rasche Regeneration stattfindet (Taf. V. Fig. 20, C. a), in pathologisch ausgetretenen Flüssigkeiten. In den Umwandlungen, welche sie erleiden, scheint die weitere Ausbildung der Formbestandtheile begründet zu seyn. Indem sie zusammenfließen und ein Häufchen allmählig von außen nach innen oder von innen nach außen sich verflüssigt, erzeugt sich um dasselbe eine Membran und so wird das Conglomerat zum Bläschen oder zur Zelle. Man kann diese Körnchen mit dem allgemeinen Namen **Elementarkörnchen** bezeichnen, muß aber zugleich darauf gefaßt seyn, daß sich Unterschiede herausstellen mögen, die uns nöthigen, sie in verschiedene Arten abzutheilen, wie denn schon jetzt die Elementarkörnchen, welche den spaltbaren Kern der Eiter- und Schleimkörperchen zusammensetzen, durch ihre abgeplattete Form und die mittlere Depression von den übrigen abweichen. Die Fettkügelchen der Milch sind vollkommen sphärisch, die Elementarkörnchen des Dotters aber haben die verschiedenartigsten Formen; sie sind oval, keil-, würfelförmig u. s. f.

Die Elementarkörnchen sind größtentheils, so weit man es erforschen kann, Bläschen, bestehend aus Fett und einer das Fetttröpfchen umschließenden Haut. Daß Fett den Inhalt der Bläschen ausmacht, ist bei dem Chylus und der Lymphe, bei der Milch und dem Dotter chemisch nachgewiesen; daß eine Haut das Fett umgiebt, schließen wir, weil die Körnchen durch mechanische Mittel nicht zum Zusammenfließen gebracht werden und weil sie so allmählig in die größeren Fettbläschen übergehen, deren äußere Hülle mit Bestimmtheit dargestellt werden kann. **Ascherson**[1] schloß aus der matten, zuweilen sogar mit einigen Fältchen besetzten Oberfläche der Dotterkörnchen der Hühnereier auf eine umhüllende Haut.

Wie sich die Hülle chemisch verhalte, ist auch erst noch zu ermitteln. Vermuthlich besteht sie aus einer Proteinverbindung. Die Hülle der Milchkügelchen löst sich in Essigsäure, worauf die Fetttropfen zusammenfließen und in Aether und heißem Alkohol leicht aufgelöst werden, denen sie, so lange sie ihre Schale haben, ziemlich hartnäckig widerstehen. Die folgende Untersuchung wird es ebenfalls wahrscheinlich machen, daß eine eiweißartige Substanz die äußere Membran der Elementarkörnchen ausmache.

1 Müll. Arch. 1840. S. 49.

Physikalische Bedingungen der Zellenbildung.

Ascherson[1] hat die wichtige Entdeckung gemacht, daß, sobald Eiweißstoff mit einem flüssigen Fett in Berührung tritt, jedesmal eine Gerinnung des Eiweißes in Form einer Membran erfolgt und daß folglich ein Oeltropfen nicht einen Augenblick von einer eiweißhaltigen Flüssigkeit umgeben seyn kann, ohne daß sich um denselben eine bläschenförmige Membran oder Zelle bildet. Die einfachste Art, diese Erscheinung hervorzubringen, ist, daß man einen Tropfen Eiweiß und einen Tropfen Oel dicht nebeneinander auf eine Glasplatte bringt und ihre Ränder vereinigt. Die Folge ist die fast augenblickliche Bildung einer zarten und elastischen Haut, die sich durch eine Art von Contraction sehr bald in zahlreiche, oft sehr zierliche Falten legt. Wenn die Bildung dieser Haut langsamer eintritt, so daß man die einzelnen Momente mit dem Mikroskop verfolgen kann, so sieht man zuerst an der Contactstelle kleine, blasse Partikeln erscheinen, die sich einander nähern und unregelmäßige, kleine Häufchen bilden; diese nehmen durch Hinzufügung neuer Partikeln häufig eine kugelige oder scheibenförmige Gestalt an, vereinigen sich dann, indem sich ihr Umfang immerfort vergrößert, und bilden häutige Lappen, die an der Oberfläche auf eine fast unmerkliche Weise granulirt sind. Durch Vereinigung dieser Lappen entsteht endlich die Membran, aber dann verschwindet die Granulation allmählig und oft geht später jeder Schein einer Textur verloren.

Wenn man Oel und Eiweiß zusammenrührt oder schüttelt und die Oeltröpfchen auch nur einen Augenblick im Eiweiß untergetaucht waren, so sind sie mit einer Membran umgeben, wahre Fettzellen. Die Existenz der Membran glaubt Ascherson durch die oft sehr seltsame Form der künstlichen Zellen nachzuweisen, indem die Membran es sey, welche die Oeltropfen verhindere, die Kugelform wieder anzunehmen, die sie verloren haben, dadurch, daß sie sich gewaltsam in eine zähe Flüssigkeit eindrängten. Dem muß ich widersprechen, denn ich habe dieselben mannichfaltigen Formen, keulen-, birn-, retortenförmige Tropfen gefunden, wenn ich Oel mit reinem destillirten Wasser mischte. Auch kann ich die dunkeln Ränder, welche Oeltropfen in eiweißhaltigen Flüssigkeiten annehmen, nicht als Beweise für die Existenz einer Membran ansehen. Dieselbe

[1] a. a. O.

Substanz zeigt unter dem Mikroskop dunklere oder hellere Ränder, je nachdem die Tropfen kugelförmig oder platt sind. Nun sind allerdings die Oeltropfen in reinem Wasser meist platt und mit hellen Contouren versehen und man könnte mit Ascherson schließen, daß die Membran die kugelige Form derselben erhalte; es läßt sich aber auch das verschiedene Verhalten einfach daraus erklären, daß im Wasser die Oeltropfen leicht auf die Oberfläche steigen und sich abplatten, im Eiweiß aber vermöge der Zähigkeit und Adhäsion der Flüssigkeit unter dem Niveau derselben bleiben. Das entscheidendste Argument für die Zellennatur der genannten Bildungen scheint mir das, daß sie ihr Contentum durch Endosmose und Exosmose umändern können. Bekanntlich findet zwischen zwei Lösungen von verschiedener chemischer Qualität und verschiedener Concentration, wenn sie durch eine thierische Membran getrennt sind, ein Austausch statt in der Weise, daß zugleich die concentrirtere Flüssigkeit aus der dünneren Wasser anzieht. Sind die thierischen Membranen geschlossene Blasen, so werden sie durch Anziehen von Wasser (Endosmose) gespannter und fallen durch Abgeben von Wasser (Exosmose) zusammen. Ascherson hatte eine Quantität künstlicher Zellen durch Schütteln von Oel und Eiweiß gebildet. Sie waren fast alle länglich und runzelig. Dann wurde ein Tropfen dieser Emulsion mit Wasser verdünnt; die Zellen wurden gespannter und nahmen eine mehr sphärische Form an, eine Anzahl kleiner Oeltröpfchen schien zugleich ausgetreten zu seyn und sich an ihrer äußeren Oberfläche festgesetzt zu haben. Indem er zu dem Wasser Essigsäure hinzusetzte, sah er die Zellen sich so wölben, daß die meisten barsten. In Oel dagegen vermehren sich die Falten der Membran und die Zellen schrumpfen ein. Wir stimmen Ascherson vollkommen bei, wenn er die Bildung der Haptogenmembran, so nennt er die Eiweißschicht um Fetttropfen, auf einen physikalischen Vorgang zurückführt, auf eine Art Verdichtung, die an der Oberfläche einander berührender, heterogener Flüssigkeiten stattfinde. Eine solche Verdichtung kommt in vielen Fällen vor und ist schuld, daß Luftblasen, Quecksilberkügelchen u. a. in Flüssigkeiten vertheilt, nicht sogleich wieder zusammenfließen. Je stärker sie ist, um so resistenter werden die Häute. In ausgezeichnetem Grade findet sie statt zwischen Fett und Eiweiß, woran einerseits die gegenseitige Beziehung dieser Stoffe, andrerseits die merkwürdige Eigenschaft des Eiweißes und der Proteinverbindungen überhaupt schuld seyn mag,

die wir als Gerinnbarkeit bezeichnen. Eiweißstoff, Käsestoff, Faserstoff zeigen diese Eigenschaft abgesehen von dem Zustande, in welchen sie bei chemischen Verbindungen gerathen, unter verschiedenen Umständen und in stärkerem oder schwächerem Grade; der Eiweißstoff gerinnt allerdings nur in der Hitze und durch Berührung mit Stoffen, wie Alkohol und Kreosot, die im lebenden Organismus nicht gefunden werden, Käsestoff gerinnt von den organischen Säuren, die in den Säften des Körpers enthalten seyn können, Faserstoff sogar freiwillig und unaufhaltsam. Wenn schon Eiweiß so geneigt zur Bildung einer Membran ist, so darf man dies um so mehr vom Käsestoffe und Faserstoffe erwarten. Mit dem Faserstoffe ist freilich der Versuch nicht leicht anzustellen, vom Käsestoffe aber ist es wenigstens sehr wahrscheinlich, daß er die festen Hüllen für die Milchkügelchen liefere.

Die mitgetheilten physikalisch-chemischen Vorgänge erklären ganz gut die Entstehung der Elementarkörnchen. Fett und Proteinverbindungen werden dem thierischen Organismus beständig durch die Nahrungsmittel zugeführt, sind in allen thierischen Flüssigkeiten gemischt, und bei der Art, wie das Fett, immer nur durch die feinsten Poren thierischer Membranen, aus der Darmhöhle in die Gefäße, aus den Gefäßen ins Parenchym gelangt, müssen die feinsten Tröpfchen desselben sogleich von Hüllen umgeben werden und können nur durch besonderen Zufall zu größeren Tropfen zusammenfließen, wie sie sich zuweilen im Chylus, in dem Eiter und der Milch finden. Es kann wohl einmal Gegenstand der Untersuchung werden, ob die Zahl der Elementarkörnchen und die Regelmäßigkeit, mit welcher sie sich bilden, in einem bestimmten Verhältniß zur Menge des Eiweißstoffes und namentlich des Faserstoffes in den thierischen Flüssigkeiten stehe. Einstweilen sey es erlaubt, darauf hinzudeuten, daß die großen Fettaugen gerade vorzugsweise in schlechtem, dyskrasischem Eiter und so selten in gutem Eiter gesehen werden.

Weiter aber möchten wir die Vergleichung der organischen Zellenbildung mit der künstlichen nicht ausdehnen. Ein mit verdichtetem Eiweiß umgebener Oeltropfen ist keine thierische Zelle und unterscheidet sich von einer solchen, wie sich eine Leiche von einem lebendigen Leibe unterscheidet. Läßt sich auch aus den rein körperlichen Eigenschaften mancher Materien, die ihnen nach der Trennung vom Organismus bleiben, auf ihr Verhalten während des Lebens schließen, so stehen doch die Umwandlungen der Stoffe, wie der

aus den Stoffen gebildeten Formelemente unter dem Einflusse einer Kraft, die mit dem Tode erlischt, und es ist nur ein Zufall, wenn die künstlich, d. h. unter rein physikalischen Bedingungen hervorgebrachten Formen denjenigen ähnlich sehen, welche der Organismus nach einem besonderen, ihm einwohnenden Gesetze erzeugt. So auch scheint es mir nicht aus physikalischen Gründen begreiflich, warum die Elementarkörnchen sich nur zu 2 oder 4, oder zu Gruppen von gewissem Umfange vereinigen, warum die Körper, welche sie bilden, eine gewisse Größe nicht überschreiten und warum um diese Körper eine neue Bildung beginnen muß. Ascherson hat einen Versuch gemacht, die Entstehung der Kernzellen aus demselben Princip, wie die der Elementarkörnchen abzuleiten; er meint[1], die lebenden aus Fett und Eiweiß gebildeten Zellen brauchten den Oeltropfen nicht auszustoßen, wenn sie durch Endosmose Serum einnehmen; dieser werde sich, während die Zelle sich mit anderer Flüssigkeit füllt und vergrößert, mit der inneren Fläche der Zellenwand in Berührung setzen und hier eine neue Zellenwand um sich bilden. Diese Erklärung nimmt schon etwas zu Hülfe, was die künstlichen Zellen nicht besitzen, nämlich die Fähigkeit zu wachsen. Sie paßt aber auch nicht auf die sichtbaren Vorgänge bei der Entwickelung der Kernzellen. Die Zelle entsteht, wie es scheint, als ein körniger Niederschlag um den Kern, und der Kern ist meistens kein Oeltropfen mehr, wenn die Zelle sich um ihn formt. Die Substanz desselben scheint auch in eine Proteinverbindung überzugehen, ob durch bloße Absorption von Stickstoff, wodurch, wie Raspail meint, das Fett sich in eiweißartige Körper umsetzen soll, wollen wir dahingestellt seyn lassen.

Ich schließe hier noch einige Erscheinungen an, welche an den vom Organismus getrennten Säften beobachtet werden und mit den Vorgängen der Zellenbildung Aehnlichkeit zeigen, ohne daß dabei Fett eine Rolle spielt.

Bekanntlich scheidet sich das Blut beim Gerinnen in Cruor und Serum und der Faserstoff schließt in einzelnen hohlen Räumen Serum und Kügelchen ein; man könnte sagen, er bildet Zellen, in welchen die genannten Bestandtheile des Blutes enthalten sind. Die Blutkügelchen sind nicht die Ursache, daß die Faserstoffpartikeln Räume zwischen sich lassen, denn der geronnene Faserstoff hat

1 a. a. O. S. 60.

die wir als Gerinnbarkeit bezeichnen. Eiweißstoff, Käsestoff, F serstoff zeigen diese Eigenschaft abgesehen von dem Zustande, in we chen sie bei chemischen Verbindungen gerathen, unter verschieden Umständen und in stärkerem oder schwächerem Grade; der Eiweißst gerinnt allerdings nur in der Hitze und durch Berührung m Stoffen, wie Alkohol und Kreosot, die im lebenden Organismu nicht gefunden werden, Käsestoff gerinnt von den organischen Sä ren, die in den Säften des Körpers enthalten seyn können, Faser stoff sogar freiwillig und unaufhaltsam. Wenn schon Eiweiß s geneigt zur Bildung einer Membran ist, so darf man dies um s mehr vom Käsestoffe und Faserstoffe erwarten. Mit dem Faserstoffe ist freilich der Versuch nicht leicht anzustellen, vom Käsestoffe aber ist es wenigstens sehr wahrscheinlich, daß er die festen Hüllen für die Milchkügelchen liefere.

Die mitgetheilten physikalisch-chemischen Vorgänge erklären ganz gut die Entstehung der Elementarkörnchen. Fett und Proteinverbindungen werden dem thierischen Organismus beständig durch die Nahrungsmittel zugeführt, sind in allen thierischen Flüssigkeiten gemischt, und bei der Art, wie das Fett, immer nur durch die feinsten Poren thierischer Membranen, aus der Darmhöhle in die Gefäße, aus den Gefäßen ins Parenchym gelangt, müssen die feinsten Tröpfchen desselben sogleich von Hüllen umgeben werden und können nur durch besonderen Zufall zu größeren Tropfen zusammenfließen, wie sie sich zuweilen im Chylus, in dem Eiter und der Milch finden. Es kann wohl einmal Gegenstand der Untersuchung werden, ob die Zahl der Elementarkörnchen und die Regelmäßigkeit, mit welcher sie sich bilden, in einem bestimmten Verhältniß zur Menge des Eiweißstoffes und namentlich des Faserstoffes in den thierischen Flüssigkeiten stehe. Einstweilen sey es erlaubt, darauf hinzudeuten, daß die großen Fettaugen gerade vorzugsweise in schlechtem, dyskrasischem Eiter und so selten in gutem Eiter gesehen werden.

Weiter aber möchten wir die Vergleichung der organischen Zellenbildung mit der künstlichen nicht ausdehnen. Ein mit verdichtetem Eiweiß umgebener Oeltropfen ist keine thierische Zelle und unterscheidet sich von einer solchen, wie sich eine Leiche von einem lebendigen Leibe unterscheidet. Läßt sich auch aus den rein körperlichen Eigenschaften mancher Materien, die ihnen nach der Trennung vom Organismus bleiben, auf ihr Verhalten während des Lebens schließen, so stehen doch die Umwandlungen der Stoffe, wie der

chwann,
ngen ent=
einer be=
daß er
Kräfte,
wie die
über=
allein
r zur
nden,
und
chon
hen
die
d.

ß
n=
in=
kry=
gesetz=
, andere
gewissen
der Krystalli=
bei vielen anderen

...llen.

Horngebilde, Oberhaut, Haare,
...en der im Erwachsenen beständig

dasselbe Ansehen, wenn auch die Blutkörperchen vor der Gerinnung Zeit hatten sich zu senken; immer unterscheidet man schon mit bloßem Auge ein netzförmiges Gewebe, in dessen Maschen Serum enthalten ist. Ob die Maschenräume im frischen Coagulum vollkommen geschlossen sind oder unter einander zusammenhängen, kann ich nicht entscheiden; wenn aber das Gerinnsel innerhalb der Gefäße oder Canäle des lebenden Körpers noch eine Zeit lang verweilt, so sieht man überall und besonders an der Oberfläche ziemlich große, geschlossene, runde oder ovale Bläschen, welche Flüssigkeit enthalten und stellenweise über die Oberfläche hervorragen, auch so herauswachsen, daß sie nur noch an einem Stiele zu hängen scheinen. Ich habe diese Entwickelung der serumerfüllten Räume an Herzpolypen, an Crouphäuten und an Exsudaten in der Höhle der Gedärme und des Uterus verfolgt und zweifle nicht, daß selbst die Blasen vieler sogenannten Hydatiden und Hydatidenmolen nur weiter ausgebildete Zellen von Faserstoff sind. Hier würde sich also der Proceß der Zellenbildung darauf gründen, daß bei der Gerinnung einer aus Faserstoff und Eiweiß gemischten Flüssigkeit das flüssige Serum in Höhlen des Gerinnsels eingeschlossen würde, deren Wände sich bei fortschreitender Gerinnung verdichteten und ausdehnten und welche später durch Endosmose oder Zusammenfließen einzelner Räume sich vergrößerten.

Mit Hülfe des Mikroskops bemerkt man ähnliche Metamorphosen an einer halbflüssigen Substanz, welche aus dem absterbenden Körper von Infusorien, und aus frischen Fragmenten niederer und höherer Thiere austritt. Dujardin beschrieb sie unter dem Namen Sarcode [1]. Sie ist sehr hell und durchsichtig, mit äußerst feinen Contouren, die nur bei gedämpftem Lichte wahrgenommen werden. Sie bildet anfangs große, unregelmäßige Flecken, deren äußere Begrenzungen jedoch häufig aus Bogenlinien zusammengesetzt sind, so als wenn mehrere kreisförmige Tropfen theilweise zusammengeflossen wären. Oft lösen sich einzelne Kugeln ab oder die ganze Masse formt sich zu einer oder mehreren größeren Kugeln [2]. Im Innern derselben sieht man alsdann isolirte kleine Kügelchen entstehen, die sich allmählig ausdehnen und mehren, und sich, wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben, wie kugelförmige Lücken oder hohle

1 *Ann. d. sc. nat. 2. sér.* IV, 367.

2 Dujardin, a. a. O. Pl. XI. Fig. L. 2—6.

Räume ausnehmen, weil die Substanz, aus der sie bestehen, ein geringeres Brechungsvermögen besitzt, als die Substanz der großen Kugel. Indem die Vergrößerung der Lücken (Vacuoles nach Dujardin) fortschreitet, wird die Kugel zu einem feinen Gitterwerk, das endlich zusammenzufallen scheint und einen geringen, schwach körnigen Rückstand hinterläßt. Die Substanz des Sarcode unterscheidet sich von Fett schon optisch durch ihr geringes Lichtbrechungsvermögen, sie gerinnt von Weingeist und Salpetersäure, wird weiß und undurchsichtig, und zeigt sich darin den Proteinverbindungen verwandt. Sollte nicht die Bildung der Vacuolen auf einer Trennung der löslichen und unlöslichen Bestandtheile beruhen, wie wir sie im Großen bei der Gerinnung der thierischen Flüssigkeiten wahrnehmen? Auch das Gerinnsel der Lymphe ist anfangs größer und zieht sich erst nach und nach zusammen, so daß ein Theil Wasser und lösliches Eiweiß zuerst noch mit dem Faserstoffe chemisch verbunden ist und erst später sich ausscheidet, an das umgebende Wasser tritt und die Menge des Serum vermehren hilft. Dujardin betrachtet ebenfalls die Production der Höhlen als Folge einer Trennung des Wassers, das während des Lebens an die thierische Substanz gebunden war. Kurz zuvor giebt er freilich an, daß die Höhlen von der eingedrungenen Flüssigkeit, die die Kugel umgiebt, angefüllt seyen, und ich darf eine Beobachtung Ascherson's, zu Gunsten der letzteren Ansicht, nicht verschweigen [1], daß nämlich in Oeltropfen, die von Eiweiß umgeben sind, das Eiweiß auch in einzelnen Tröpfchen eindringt, die wie leere Räume erscheinen und von Ascherson selbst den Vacuolen Dujardin's verglichen werden.

Ob auf dem so eben beschriebenen Wege wahre, mit der Fähigkeit sich typisch weiter zu entwickeln begabte Elementarzellen entstehen, darüber müssen fernere Untersuchungen entscheiden.

Schon in der Einleitung haben wir der Ansicht von Raspail und Schwann gedacht, wonach die Elementarzellen den Krystallen anorganischer Stoffe vergleichbar und nur insofern von ihnen verschieden wären, als die Substanz, woraus jene organischen Krystalle bestehen, tränkbar wäre und die neu zuwachsenden Molecule zwischen die älteren, bereits niedergeschlagenen, aufnehmen könnte, während die anorganischen Krystalle nur durch Apposition wachsen.

[1] Müll. Arch. 1840. S. 58.

Schwann[1] geht von der Voraussetzung aus, daß Kernkörperchen, Kern und Zelle nach demselben Typus gebildete, in einander geschachtelte Bläschen seyen, und hält die Bläschen für analog den Schichten der Krystalle, wobei allerdings der Unterschied bleibe, daß die Schichten einander nicht berühren, sondern Flüssigkeit zwischen sich enthalten. Krystalle wachsen durch eine doppelte Art von Apposition, indem die Molecule sich theils der Fläche nach nebeneinander, theils der Dicke nach übereinander ablagern. Das Wachsen in die Dicke aber ist, aus unbekannten Gründen, beschränkt, so daß die Molecule, wenn ein Blatt eine bestimmte Dicke erreicht hat, nicht mehr miteinander verschmelzen, sondern eine neue Schicht bilden. Nehmen wir an, sagt Schwann, daß imbibitionsfähige Körper krystallisiren könnten, so wird eine Schichtenbildung auch bei ihnen statthaben und nur in den einzelnen Schichten eine möglichst innige Verbindung der Molecule eintreten. Da die neuen Molecule nun zwischen die vorhandenen sich ablagern können, so wird die Schicht sich ausdehnen, von dem fertigen Theile des Krystalls trennen, so daß zwischen ihr und dem Krystall ein hohler Raum entsteht, der sich durch Imbibition mit Flüssigkeit füllt. So erhalten wir bei imbibitionsfähigen Körpern, statt einer neuen Schicht, ein hohles Bläschen. Von der Concentration der Flüssigkeit, des Cytoblastems, welches Schwann der Mutterlauge vergleicht, hängt es ab, wieviel feste Substanz in einer bestimmten Zeit herauskrystallisiren muß; wieviel sich in einer gegebenen Zeit an die bereits gebildete Schicht ansetzen könne, hängt von der Imbibitionsfähigkeit derselben ab. Krystallisirt mehr feste Substanz heraus, als sich an die gebildete Schicht ansetzen kann, so muß eine neue Schicht entstehen. Ist diese gebildet, so dehnt sie sich schnell zu einem Bläschen aus, an dessen innerer Fläche das erste Bläschen mit seinem primitiven Körperchen anliegt. Für das Auswachsen einer Zelle zur Faser sieht Schwann ebenfalls ein Analogon bei den Krystallen in der Umbildung des Würfels zur Säule, wo auch der Ansatz neuer Molecule nach einer Seite hin stärker erfolgt. Und weil Krystalle sich oft zu baum- und blumenförmigen Figuren aneinander fügen, wie an den gefrorenen Fensterscheiben, am Bleibaum u. a., so glaubt Schwann sich zu dem Ausspruche berechtigt, daß der Organismus nichts sey als ein Aggregat von Krystallen imbibitionsfähiger Substanzen.

1 Mikroskop. Unters. S. 239 ff.

Mit dieser geistreich durchgeführten Hypothese sucht Schwann, den in der Physiologie herrschenden teleologischen Erklärungen entgegen, zu beweisen, daß dem Organismus keine, nach einer bestimmten Idee wirkende Kraft zu Grunde liege, sondern daß er nach blinden Gesetzen der Nothwendigkeit entstehe, durch Kräfte, welche eben so mit der Existenz der Materie gesetzt sind, wie die Kräfte in der anorganischen Natur. Ob diese Behauptung überhaupt durchführbar sey, soll hier nicht untersucht werden; allein gegen die Ansicht von den organischen Elementartheilen, die ihr zur Stütze dient, drängen sich manche Bedenken auf. Zugestanden, daß *die* drei wesentlichen Theile der Elementarzelle in der Art und Succession entstehen, wie Schwann sie sich denkt, so liegt schon ein bedeutender Unterschied, den er selbst beiläufig erwähnt, zwischen den Schichten eines Krystalls und denen der Zelle darin, daß die letzteren, namentlich Kern und Zelle, chemisch verschieden sind. Aber wie sich aus den im Vorhergehenden mitgetheilten Untersuchungen ergiebt, so ist es noch ungewiß, ob der Kern jemals als ein Bläschen um das Kernkörperchen und ob die Zelle immer als ein Bläschen um den Kern entstehe; gewiß ist in vielen Fällen der Hergang ganz anders, der Kern entwickelt sich aus Körnchen, diese verschmelzen oder verflüssigen sich und der Proceß ist also dem der Krystallisation gerade entgegengesetzt, wo flüssige oder aufgelöste Körper fest werden. Wollte man nun annehmen, daß Zelle und Kern secundäre Formen seyen, und wollte man die Elementarkörnchen als die organischen Krystalle ansehen, so läßt sich einwenden, daß *diese* selbst schon aus zwei, nicht chemisch, nur mechanisch verbundenen Substanzen bestehen, der eiweißartigen Hülle und dem eingeschlossenen Fetttröpfchen. Die Analogie zwischen Zellen und Krystallen beschränkt sich also darauf, daß beides Körper von gesetzmäßiger Form sind, die sich aus Flüssigkeiten absetzen; andere Aehnlichkeiten sind entweder zufällig oder beruhen auf gewissen allgemeinen Gesetzen der Anziehung, die sowohl bei der Krystallisation, als bei der Zellenbildung, aber auch noch bei vielen anderen Vorgängen mitwirken.

Vermehrung der Zellen.

Die Zellen der sogenannten Horngebilde, Oberhaut, Haare, Nägel rc., deren Geschichte wegen der im Erwachsenen beständig

ſtattfindenden Regeneration am leichteſten zu ſtudiren und am beſten gekannt iſt, entwickeln ſich einzeln, jede für ſich, an der Oberfläche der Cutis und wachſen jede für ſich weiter. So auch entſtehen in dem Exſudat, welches Folge einer reinen Entzündung in den weichen Theilen iſt, die Zellen unabhängig von einander und bilden ſich meiſtens unabhängig von der gefäßreichen Fläche, welche das Cytoblaſtem liefert, zur Narbe aus; ſie wandeln ſich z. B. in einer Wunde anfangs in Bindegewebe und ſpäter in Oberhaut um, wenn auch die Gefäße, aus denen das Blutwaſſer ſich ergießt, einem Muskel, einer Drüſe, der Hornhaut oder einem andern Gewebe angehören. Wenn in dieſem Falle die bereits gebildeten Zellen auf die werdenden Einfluß haben, ſo haben ſie ihn nur in ihrer Totalität, als Organismus; die Kraft, die in dem Organismus, als Ganzem, wirkt und ihn nach einem Typus formt, beſtimmt auch allein, was aus den neuen Zellen werden ſoll.

In anderen Fällen geht die Bildung neuer Zellen ſichtbar von den fertigen Zellen aus. Es iſt, wie bei der Zeugung, die neue Zelle zuerſt ein Theil der alten; wie Individuen einer Species vergehen die alten, um der neuen Generation Platz zu machen, und es findet eben ſo eine Multiplication ſtatt, indem die einzelne Mutterzelle eine größere oder geringere Zahl von neuen oder Tochterzellen aus ſich entwickelt.

Dies geſchieht auf mehrfache Weiſe:

1. Durch Sproſſen, die ſich außen auf der Mutterzelle bilden, gleichſam aus derſelben hervorwachſen, bei den niederſten Pflanzen, z. B. den früher beſchriebenen Pilzen der Hefe. Man kann dieſe Zeugung eine exogene nennen. Bei den Zellen aus höheren Pflanzen und aus Thieren iſt ſie nicht beobachtet.

2. Durch endogene Zeugung, ſo daß aus dem Inhalte einer reifen Zelle und im Innern derſelben neue Zellen hervorgehen. Das Contentum der Mutterzelle iſt Cytoblaſtem der Tochterzellen. Nach Schleiden[1] iſt dieſe Art der Zellenbildung, die bei dem Pollen ſchon ſeit längerer Zeit bekannt war, die einzige, welche bei phanerogamiſchen Pflanzen vorkommt. Nachdem ſich im Keime, der ſelbſt eine Zelle und in einer Zelle gebildet iſt, die erſten Zellen, gewöhnlich nur wenige an der Zahl, gebildet haben, dehnen ſie ſich ſchnell ſo weit aus, daß ſie die Mutterzelle ausfüllen und dieſe

1 Müll. Arch. 1838. S. 161.

ls umschließende Membran nicht mehr zu erkennen ist. So=
aber entstehen im Innern jeder dieser Zellen wieder mehrere
lasten, um die sich neue Zellen bilden, bei deren Ausdehnung
Mutterzellen ebenfalls aufhören sichtbar zu seyn und resorbirt
n u. s. f.

Daß Zeugung von Zellen in Zellen auch im thierischen Orga=
is vorkomme, ist nicht mehr zweifelhaft, aber viele einzelne
sind noch streitig und namentlich muß es häufig unentschieden
, wie die Zellen, welche die junge Generation enthalten,
rden, ob sie einfache und nur erweiterte Elementarzellen sind,
Kern besitzen oder wenigstens besaßen, oder ob sie nicht schon
zusammengesetzt sind, aus verschmolzenen Elementarzellen gebil=
läschenförmig geschlossene Membranen. Im letzten Falle stän=
e zu den eingeschlossenen Zellen in keinem anderen Verhältnisse,
e Cutis zu den Zellen der Oberhaut, und man dürfte sie eben
ig Mutterzellen nennen, als man eine seröse Haut, z. B.
erzbeutel, im Verhältnisse zum Epithelium, das ihn überzieht,
ls Mutterzelle denken würde.

Die entschiedensten Beweise endogener Zeugung von Zellen
die erste Entwickelung des Embryo aus den Dotterkörnern.
e Quatrafages [1] giebt als Resumé seiner Untersuchungen
die Entwickelung der **Lymnaeus** und **Planorbis** folgende
stellung: „es zeigen sich zuerst 3 oder 4 Kügelchen; diese
ßen andere ein, welche wieder wachsen, die ersten ausdehnen
so fort, bis sich eine homogene Zellenmasse gebildet hat, welche
fast vollständig die Form der kleinen Molluske zeigt." Du=
ier, welcher die Entwickelung des **Lymnaeus ovalis** verfolgte [2],
n den primitiven Zellen im Innern des Embryo secundäre
„die sich auf Kosten der in ihnen enthaltenen organisirbaren
en gebildet hatten." Die primitiven Zellen sollen zerreißen,
secundären Platz zu machen. Er zählt deren etwa 8 in
Mutterzelle [3]. Bei den Fröschen und dem Hühnchen hat

[1] Ann. d. sc. nat. 2. sér. II, 115.

[2] Ebendas. VIII, 146.

[3] Im Widerspruche mit diesen Angaben steht eine Bemerkung von Pou=
(Ann. d. sc. nat. 2. sér. X, 63) wonach der Dotter der Lymnäen
aus 6 Zellen bestehen soll, von 0,04 – 0,05 Mm. Durchmesser, und
e Zellen sich in den Zwischenräumen dieser Primitivzellen, also in den
ulargängen bilden.

Reichert die Entstehung junger Zellen in den Zellen des Dotters ausführlich beschrieben [1]. In den körnigen Dotterzellen des Frosches deren Genesis aus Elementarkörnchen wir in einem früheren Abschnitte geschildert haben, markiren sich nach und nach, wenn man vom Centrum des Dotters gegen die Peripherie vorschreitet, 2 bis 3 dunklere Flecke, und in dem zerdrückten Inhalte finden sich unter den kleinen Elementarkörnchen 2 bis 3 größere, gelbliche Kügelchen, von granulirtem Ansehen, zuweilen von einer hellen Masse umgeben. In der Nähe des Keimhügels werden diese Flecke immer auffallender und im Keimhügel selbst haben sie sich von einander getrennt. Jeder Fleck ist nunmehr ein Körnerhäufchen, in welchem ein gelbliches, größeres Kügelchen, Nucleus, enthalten ist. Indem die Körnchen in der Peripherie gegen das Centrum hin allmählig schwinden, tritt die äußere Haut und der Kern deutlicher hervor und die Körnerhaufen werden zu den charakteristischen Kernzellen, die schon Schwann aus der Keimhaut des bebrüteten Eies dargestellt hat [2]. Dieselben Entwickelungsstufen kommen bei dem Hühnchen neben einander in den Zellen der Keimanlage vor. In dem Hundeei wurde nach Bischoff [3] sogar jedes einzelne Dotterkörnchen, nachdem dieselben sich regelmäßig an der inneren Wand der Dotterzelle geordnet haben (s. oben), zum Kern einer neuen Zelle.

Endogene Zellenbildung ist durch Reichert bei der Entwickelung der Leber nachgewiesen und bei der Entwickelung der Gefäße und des Blutes durch Schwann, Valentin und Reichert wahrscheinlich gemacht, wie seines Orts ausführlicher erörtert werden soll. Wenn die Capillargefäße, nach Schwann's Ansicht, als geschlossene Zellen entstehen, welche Aeste ausschicken und durch dieselben sich ineinander öffnen, so würden sowohl die Blutkörperchen, als die Epitheliumzellen der feineren Gefäße als eine, im Innern der Mutterzelle entwickelte, junge Generation anzusehen seyn.

Die mikroskopische Untersuchung pathologischer Productionen hat uns ebenfalls mit einer großen Zahl von unzweifelhaften Fällen endogener Vermehrung der Zellen bekannt gemacht. Noch ehe Schleiden's Mittheilungen erschienen waren, bildete Valentin

1 Entwickelungsleben. S. 6. 88.
2 Mikroskop. Unters. Taf. II. Fig. 6.
3 R. Wagner's Physiol. I, 100.
4 Repert. 1837. Taf. I. Fig. 11.

den mikroskopischen Elementen des Carcinoms eine Zelle
die zwei andere, jede mit einem Nucleus versehen, einschließt.
Müller fand junge Zellen, in Mutterzellen eingeschlossen, im
oma cellulare, Carcinoma alveolare, simplex und reticulare,
häufigsten im Enchondrom [1].

Unter den normalen Geweben des Erwachsenen scheinen die
rpel (s. Taf. V. Fig. 6. 7) und einige Drüsen auf dieselbe
ise fort und fort zu wachsen. Die sogenannten Schleimkörnchen,
den Inhalt der feinsten Drüsencanälchen und Acini ausmachen,
unverkennbar Kernzellen; sehr wahrscheinlich ist es ferner, daß
e sten Endbläschen der acinösen Drüsen geschlossene Kugeln sind,
sie sich in den Ausführungsgang öffnen (vgl. Taf. V. Fig. 14, D).
bleibt also nur zu ermitteln, ob diese Kugeln, an denen ich
n Kern noch nicht wahrgenommen habe, immer einfache und
erte Elementarzellen sind. Die Entstehung der blinddarm-
igen Schläuche der Magendrüsen aus verschmolzenen Elementar-
n wird durch eine Vergleichung von Taf. V. Fig. 16 und 17
e weitere Erklärung anschaulich. Im Hoden, wenn die Canäl-
desselben aus verschmolzenen Zellenwänden bestehen, fände eine
pelte Einschachtelung statt, indem die großen Kugeln, welche
Zeit der Samenbildung entstehen, abermals kleinere Zellen
halten.

Ich will nicht unerwähnt lassen, daß Schwann Zellen mit
geschlossener junger Brut auch einigemal in der Krystalllinse [2],
Ganglien [3] und in der Epidermis bei Froschlarven [4] wahrgenom-
n hat. Die letzten könnten vielleicht aus den Hautdrüsen herrühren.
Schwann nimmt auch die Linsenkapsel und das Chorion für
che Zellenhäute, weil sie im ausgebildeten Zustande structurlos
, und betrachtet demnach sowohl die Zellen, aus denen die
n der Krystalllinse sich entwickeln, als auch die Dotterzellen,
Zellen der Keimhaut und des Embryo selbst als Tochterzellen;
das Keimbläschen den Kern der Eizelle darstellen soll, habe
ereits erwähnt. Ich muß gestehen, daß mir diese Deutung

Bau d. krankh. Geschwülste. Taf. I. Fig. 14. Taf. II. Fig. 2. 3, b.
Taf. III. Fig. 4.

Mikroskop. Unters. S. 100.

ebendas. S. 183.

ebendas. S. 83.

stattfindenden Regeneration am leichtesten zu studiren und am besten gekannt ist, entwickeln sich einzeln, jede für sich, an der Oberfläche der Cutis und wachsen jede für sich weiter. So auch entstehen in dem Exsudat, welches Folge einer reinen Entzündung in den weichen Theilen ist, die Zellen unabhängig von einander und bilden sich meistens unabhängig von der gefäßreichen Fläche, welche das Cytoblastem liefert, zur Narbe aus; sie wandeln sich z. B. in einer Wunde anfangs in Bindegewebe und später in Oberhaut um, wenn auch die Gefäße, aus denen das Blutwasser sich ergießt, einem Muskel, einer Drüse, der Hornhaut oder einem anderen Gewebe angehören. Wenn in diesem Falle die bereits gebildeten Zellen auf die werdenden Einfluß haben, so haben sie ihn nur in ihrer Totalität, als Organismus; die Kraft, die in dem Organismus, als Ganzem, wirkt und ihn nach einem Typus formt, bestimmt auch allein, was aus den neuen Zellen werden soll.

In anderen Fällen geht die Bildung neuer Zellen sichtbar von den fertigen Zellen aus. Es ist, wie bei der Zeugung, die neue Zelle zuerst ein Theil der alten; wie Individuen einer Species vergehen die alten, um der neuen Generation Platz zu machen, und es findet eben so eine Multiplication statt, indem die einzelne Mutterzelle eine größere oder geringere Zahl von neuen oder Tochterzellen aus sich entwickelt.

Dies geschieht auf mehrfache Weise:

1. Durch Sprossen, die sich außen auf der Mutterzelle bilden, gleichsam aus derselben hervorwachsen, bei den niedersten Pflanzen, z. B. den früher beschriebenen Pilzen der Hefe. Man kann diese Zeugung eine exogene nennen. Bei den Zellen aus höheren Pflanzen und aus Thieren ist sie nicht beobachtet.

2. Durch endogene Zeugung, so daß aus dem Inhalte einer reifen Zelle und im Innern derselben neue Zellen hervorgehen. Das Contentum der Mutterzelle ist Cytoblastem der Tochterzellen. Nach Schleiden[1] ist diese Art der Zellenbildung, die bei dem Pollen schon seit längerer Zeit bekannt war, die einzige, welche bei phanerogamischen Pflanzen vorkommt. Nachdem sich im Keime, der selbst eine Zelle und in einer Zelle gebildet ist, die ersten Zellen, gewöhnlich nur wenige an der Zahl, gebildet haben, dehnen sie sich schnell so weit aus, daß sie die Mutterzelle ausfüllen und diese

1 Müll. Arch. 1838. S. 161.

bald als umschließende Membran nicht mehr zu erkennen ist. Sogleich aber entstehen im Innern jeder dieser Zellen wieder mehrere Cytoblasten, um die sich neue Zellen bilden, bei deren Ausdehnung die Mutterzellen ebenfalls aufhören sichtbar zu seyn und resorbirt werden u. s. f.

Daß Zeugung von Zellen in Zellen auch im thierischen Organismus vorkomme, ist nicht mehr zweifelhaft, aber viele einzelne Fälle sind noch streitig und namentlich muß es häufig unentschieden bleiben, wie die Zellen, welche die junge Generation enthalten, *entstanden*, ob sie einfache und nur erweiterte Elementarzellen sind, einen Kern besitzen oder wenigstens besaßen, oder ob sie nicht schon selbst zusammengesetzt sind, aus verschmolzenen Elementarzellen gebildete bläschenförmig geschlossene Membranen. Im letzten Falle ständen sie zu den eingeschlossenen Zellen in keinem anderen Verhältnisse, wie die Cutis zu den Zellen der Oberhaut, und man dürfte sie eben so wenig Mutterzellen nennen, als man eine seröse Haut, z. B. den Herzbeutel, im Verhältnisse zum Epithelium, das ihn überzieht, sich als Mutterzelle denken würde.

Die entschiedensten Beweise endogener Zeugung von Zellen liefert die erste Entwickelung des Embryo aus den Dotterkörnern. A. de Quatrafages [1] giebt als Resumé seiner Untersuchungen über die Entwickelung der Lymnaeus und Planorbis folgende Darstellung: „es zeigen sich zuerst 3 oder 4 Kügelchen; diese schließen andere ein, welche wieder wachsen, die ersten ausdehnen und so fort, bis sich eine homogene Zellenmasse gebildet hat, welche schon fast vollständig die Form der kleinen Molluske zeigt.“ Dumortier, welcher die Entwickelung des Lymnaeus ovalis verfolgte [2], fand in den primitiven Zellen im Innern des Embryo secundäre Zellen, „die sich auf Kosten der in ihnen enthaltenen organisirbaren Materien gebildet hatten.“ Die primitiven Zellen sollen zerreißen, um den secundären Platz zu machen. Er zählt deren etwa 8 in jeder Mutterzelle [3]. Bei den Fröschen und dem Hühnchen hat

1 *Ann. d. sc. nat. 2. sér.* II, 115.

2 ebendas. VIII, 146.

3 Im Widerspruche mit diesen Angaben steht eine Bemerkung von Pouchet (*Ann. d. sc. nat. 2. sér.* X, 63) wonach der Dotter der Lymnäen anfangs aus 6 Zellen bestehen soll, von 0,04 — 0,05 Mm. Durchmesser, und dann neue Zellen sich in den Zwischenräumen dieser Primitivzellen, also in den Intercellulargängen bilden.

Reichert die Entstehung junger Zellen in den Zellen des Dotter ausführlich beschrieben [1]. In den körnigen Dotterzellen des Frosches, deren Genesis aus Elementarkörnchen wir in einem früheren Abschnitte geschildert haben, markiren sich nach und nach, wenn man vom Centrum des Dotters gegen die Peripherie vorschreitet, 2 bis 3 dunklere Flecke, und in dem zerdrückten Inhalte finden sich unter den kleinen Elementarkörnchen 2 bis 3 größere, gelbliche Kügelchen, von granulirtem Ansehen, zuweilen von einer hellen Masse umgeben. In der Nähe des Keimhügels werden diese Flecke immer auffallender und im Keimhügel selbst haben sie sich von einander getrennt. Jeder Fleck ist nunmehr ein Körnerhäufchen, in welchem ein gelbliches, größeres Kügelchen, Nucleus, enthalten ist. Indem die Körnchen in der Peripherie gegen das Centrum hin allmählig schwinden, tritt die äußere Haut und der Kern deutlicher hervor und die Körnerhaufen werden zu den charakteristischen Kernzellen, die schon Schwann aus der Keimhaut des bebrüteten Eies dargestellt hat [2]. Dieselben Entwickelungsstufen kommen bei dem Hühnchen neben einander in den Zellen der Keimanlage vor. In dem Hundeei wurde nach Bischoff [3] sogar jedes einzelne Dotterkörnchen, nachdem dieselben sich regelmäßig an der inneren Wand der Dotterzelle geordnet haben (s. oben), zum Kern einer neuen Zelle.

Endogene Zellenbildung ist durch Reichert bei der Entwickelung der Leber nachgewiesen und bei der Entwickelung der Gefäße und des Blutes durch Schwann, Valentin und Reichert wahrscheinlich gemacht, wie seines Orts ausführlicher erörtert werden soll. Wenn die Capillargefäße, nach Schwann's Ansicht, als geschlossene Zellen entstehen, welche Aeste ausschicken und durch dieselben sich ineinander öffnen, so würden sowohl die Blutkörperchen, als die Epitheliumzellen der feineren Gefäße als eine, im Innern der Mutterzelle entwickelte, junge Generation anzusehen seyn.

Die mikroskopische Untersuchung pathologischer Productionen hat uns ebenfalls mit einer großen Zahl von unzweifelhaften Fällen endogener Vermehrung der Zellen bekannt gemacht. Noch ehe Schleiden's Mittheilungen erschienen waren, bildete Valentin [4]

1 Entwickelungsleben. S. 6. 88.

2 Mikroskop. Unters. Taf. II. Fig. 6.

3 R. Wagner's Physiol. I, 100.

4 Repert. 1837. Taf. I. Fig. 11.

unter den mikroskopischen Elementen des Carcinoms eine Zelle ab, die zwei andere, jede mit einem Nucleus versehen, einschließt. J. Müller fand junge Zellen, in Mutterzellen eingeschlossen, im Sarcoma cellulare, Carcinoma alveolare, simplex und reticulare, am häufigsten im Enchondrom [1].

Unter den normalen Geweben des Erwachsenen scheinen die Knorpel (s. Taf. V. Fig. 6. 7) und einige Drüsen auf dieselbe Weise fort und fort zu wachsen. Die sogenannten Schleimkörnchen, die den Inhalt der feinsten Drüsencanälchen und Acini ausmachen, sind unverkennbar Kernzellen; sehr wahrscheinlich ist es ferner, daß die letzten Endbläschen der acinösen Drüsen geschlossene Kugeln sind, ehe sie sich in den Ausführungsgang öffnen (vgl. Taf. V. Fig. 14, D). Es bleibt also nur zu ermitteln, ob diese Kugeln, an denen ich einen Kern noch nicht wahrgenommen habe, immer einfache und erweiterte Elementarzellen sind. Die Entstehung der blinddarmförmigen Schläuche der Magendrüsen aus verschmolzenen Elementarzellen wird durch eine Vergleichung von Taf. V. Fig. 16 und 17 ohne weitere Erklärung anschaulich. Im Hoden, wenn die Canälchen desselben aus verschmolzenen Zellenwänden bestehen, fände eine doppelte Einschachtelung statt, indem die großen Kugeln, welche zur Zeit der Samenbildung entstehen, abermals kleinere Zellen enthalten.

Ich will nicht unerwähnt lassen, daß Schwann Zellen mit eingeschlossener junger Brut auch einigemal in der Krystalllinse [2], in Ganglien [3] und in der Epidermis bei Froschlarven [4] wahrgenommen hat. Die letzten könnten vielleicht aus den Hautdrüsen herrühren.

Schwann nimmt auch die Linsenkapsel und das Chorion für einfache Zellenhäute, weil sie im ausgebildeten Zustande structurlos sind, und betrachtet demnach sowohl die Zellen, aus denen die Fasern der Krystallinse sich entwickeln, als auch die Dotterzellen, die Zellen der Keimhaut und des Embryo selbst als Tochterzellen; daß das Keimbläschen den Kern der Eizelle darstellen soll, habe ich bereits erwähnt. Ich muß gestehen, daß mir diese Deutung

1 Bau d. krankh. Geschwülste. Taf. I. Fig. 14. Taf. II. Fig. 2. 3, b. 5. 14. Taf. III. Fig. 4.

2 Mikroskop. Unters. S. 100.

3 ebendas. S. 183.

4 ebendas. S. 83.

noch sehr bedenklich erscheint. Wir sehen oft Zellenschichten zu Membranen verschmolzen, die nach Resorption der Kerne vollkommen structurlos erscheinen; daß dies bei der Linsenkapsel der Fall sey, wird schon deshalb sehr wahrscheinlich, weil eine der Kapsel ganz ähnliche Membran, die Demours'sche Haut, über die hintere Fläche der Hornhaut weggeht, wo sie doch nicht Theil einer Zelle oder als solche entstanden seyn kann. Was das Chorion betrifft, so sind Barry's Untersuchungen über die Entstehung des Eies bei Vögeln und Säugethieren[1] der Annahme von Schwann nicht günstig. Nach Barry erscheint zuerst das Keimbläschen; es ist mit Oeltröpfchen umgeben, die sich später in Zellen verwandeln; um diese Zellenmasse erst bildet sich eine structurlose Haut, die Membran des Graaf'schen Bläschens; innerhalb derselben entsteht dann um das Keimbläschen die Dottersubstanz und zuletzt um den Dotter das Chorion.

Wir haben hier alle Fälle zusammengestellt, in welchen eine endogene Zeugung von Zellen stattfindet oder vermuthet wird, unbekümmert, ob die jungen Zellen den alten gleichen oder nicht, da es zunächst nur darauf ankam, dies Princip der Zellenbildung nachzuweisen. Unter den Begriff der Zeugung fällt allerdings, streng genommen, nur die Entstehung gleichartiger Zellen, wie in den Knorpeln, Geschwülsten u. s. f. Die Bildung von Epitheliumzellen, Schleim- und Blutkörperchen in Gefäß- und Drüsenzellen ließe sich als ungleichartige, heterogene Zeugung unterscheiden.

3. Es giebt bei den Pflanzen auch eine Vermehrung der Zellen durch Theilung, indem Quer- und Längsscheidewände von der Zellenwand aus in die Höhle wachsen und zusammenstoßen[2]. Bei den Thieren ist kein Beispiel davon bekannt. Wir würden mit Schwann die Zellenbildung im Dotter durch Furchung für einen analogen Proceß halten, wenn wir den Dotter als eine einfache Zelle ansehen dürften. Es wird nämlich durch Einschnürungen an der Oberfläche, welche allmählig nach innen fortschreiten, der Dotter erst in zwei gleiche Hälften getheilt, jede dieser Hälften zerfällt durch eine Furche, welche die erste rechtwinkelig schneidet, wieder in zwei Hälften, dann entstehen diagonale Furchen in größerer oder geringerer

1 *Philos. transact.* 1838. P. II. p. 309.

2 S. Meyen, Pflanzenphysiologie. II, 340, 344. Wiegmann's Archiv. 1838. II, 22.

Zahl, mehr oder minder regelmäßig, bis der ganze Dotter zu einer maulbeerförmigen, aus kleinen rundlichen Körperchen zusammengesetzten Kugel geworden ist. Bergmann's bereits früher mitgetheilten Untersuchungen zufolge geschieht dies dadurch, daß die Elementarkörnchen, aus welchen der Dotter besteht, sich in größere und immer kleinere Gruppen sondern, die unter sich nicht durch umhüllende Membranen, sondern nur durch ein zähes Bindemittel zusammengehalten werden. Die Trennung der Gruppen bestände also in einer stellenweisen Resorption oder Verflüssigung des Bindemittels. Jedenfalls aber verdienen diese Furchungen des Dotters die größte Aufmerksamkeit und von einem genaueren Studium dieses Vorganges darf man wichtige Aufschlüsse über die Gesetze der Entwickelung der Elementartheile erwarten. Dafür spricht schon die Allgemeinheit desselben; an Dottern der Frösche [1], Fische [2], Mollusken [3] und Medusen [4] ist die Furchenbildung bereits beobachtet und bei höheren Thieren ist sie vielleicht, nach Bergmann's plausibler Vermuthung, nur darum übersehen worden, weil sie sich auf die kleine Stelle beschränken mag, von welcher aus der Embryo sich entwickelt.

Sprossenbildung, innere Zeugung und Theilung sind also, so viel wir wissen, die Wege, auf welchen von einer gebildeten Zelle oder Zellenmasse aus auf Kosten des indifferenten Cytoblastemes eine Vermehrung der Zellen möglich ist. Es kommen aber Fälle vor, wo auf eine noch unerklärte Weise reife Zellen dahin wirken, daß sich das Cytoblastem in Zellen und endlich in Gewebe derselben Art umwandelt. Ich gedachte im Eingange dieses Abschnittes der Regeneration, namentlich der Heilung von Wunden, wo allein die dem Organismus als Ganzem inwohnende Kraft die Ursache ist, daß aus den Zellen eines ergossenen Keimstoffes sich an bestimmten Stellen specifische Gewebe erzeugen. Es ist jetzt der Einfluß zu betrachten, den die specifischen Gewebe auf die Metamorphose der Elementarzellen des Exsudates ausüben. Dieser Einfluß zeigt sich am auffallendsten bei der Regeneration des Knochengewebes. Nach

1 v. Baer, Müll. Arch. 1834. S. 481.

2 Rusconi, ebendas. 1840. S. 185.

3 Sars in Wiegm. Arch. 1840. I, 199. bei Tritonia, Aeolidia, Doris und Aplysia. *Vanbeneden*, *l'Institut*. No. 375, bei Aplysia.

4 v. Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Danzig, 1839. S. 21. Medusa aurita.

einem Knochenbruche ergießen die Gefäße des Knochens, der Beinhaut und des umgebenden Bindegewebes Blut in die Wundhöhle; das Blut wird entfärbt, dann zu einer gallertartigen Masse. Die Umwandlung derselben in Knorpel und später in Knochen geht aber immer von den Bruchenden aus; eben so bildet sich neuer Knochen um abgesprungene und aus der Lage gewichene Knochensplitter, wenn sie nur noch mit der Beinhaut zusammenhängen und Blutgefäße erhalten [1]. Hier kann also Knochengewebe an ungewöhnlichen Stellen entstehen, nicht nur unabhängig von dem Gesetze, welches die Form des Organismus ursprünglich bestimmt, sondern demselben zuwider. Da die Knorpelzellen, auch beim Erwachsenen, sich durch endogene Zeugung zu vermehren scheinen, so könnte man vermuthen, daß an den Zellen der Bruchenden ein solcher Zeugungsproceß beginne und so der Knochen in das Exsudat gleichsam hineinwachse. Dadurch aber würde doch nicht erklärt, warum die Neubildung und so auch die vom reifen Gewebe ausgehende Einwirkung eine bestimmte Grenze hat, über welche hinaus sie sich nicht erstreckt. Liegen beide Bruchenden zu weit auseinander, so wird doch nur bis zu einer gewissen Entfernung Knochen gebildet und dann Bindegewebe, welches die Lücke zwischen den von beiden Stümpfen vorgedrungenen Callusmassen ausfüllt und Anlaß zum falschen Gelenke giebt. Außerdem finden sich ähnliche Erscheinungen auch an anderen Geweben, an welchen niemals junge Zellen in den alten entstehen. Auch die Nerven, wenn sie durchschnitten sind, bilden Nervenmasse von den Stümpfen aus und heilen vollständig, ohne Narbe, wenn die neuen Nervensubstanzen einander erreichen; bei zu großer Entfernung verbindet eine Narbe aus Bindegewebe die durchschnittenen Enden. Es scheint ein allgemeines Gesetz zu seyn, daß die specifischen Gewebe geringe Quantitäten von ergossenem Blutwasser oder Cytoblastem zu Erzeugung gleichartiger Gewebe verwenden, während größere Mengen von Blutwasser in irgend eine heterogene Substanz, am gewöhnlichsten im Bindegewebe, übergehen oder gar ausgestoßen werden. Darum bewirken leichte und wiederholte Congestionen einfache Hypertrophie, z. B. der Muskeln, der Epidermis, stärkere Congestionen dagegen Entartung, Verhärtung, Eiterung [2].

1 Miescher, de inflammat. ossium. p. 92 sq.

2 Vgl. meine pathol. Unters. S. 153.

...tere Entwickelung und Metamorphose der Elementarzellen.

Nachdem wir im Vorhergehenden die Elementarzellen rückwärts ...hren Anfängen verfolgt haben, so stellen wir uns jetzt die Auf... , die Veränderungen übersichtlich nachzuweisen, welche sie im ...eren Verlaufe ihrer Entwickelung erfahren und deren endliches ...ultat ihre Umwandlung in die specifischen Gewebe ist. Wir ...en uns dabei die Metamorphose von dem Zeitpunkte ausgehend, ... das Bläschen um den Kern vollendet und in Zellenmembran ... Inhalt deutlich geschieden ist, müssen aber sogleich bemerken, ... sie oft schon früher beginne, wenn erst nur ein Klümpchen ...ulöser Substanz den Kern umgiebt, und daß vielleicht in man... Fällen eine vollständige Ausbildung der Zellenhaut gar nicht ... Stande kommt.

In den Nahrungssäften und in vielen Geweben erhalten die Zellen selbstständig und isolirt, leicht erkennbar, ... verändern sich nur in Form, Inhalt und chemischer Beschaf...eit. Gewebe dieser Art sind die Oberhaut, einige Arten Pigment, ... Fett. Die Elementarzellen dehnen sich aus, entweder gleich...ig oder nach einzelnen Dimensionen. Sie können eine verhält...näßig bedeutende Größe erreichen; so finden sich z. B. unter den ...zellen einzelne von 0,04—0,05‴ Durchmesser, während die ...gen Elementarzellen, die den Kern dicht umschließen, kaum ...04‴ Durchmesser haben. Eine der gewöhnlichsten Erscheinungen ...ohl im Thier- als im Pflanzenreiche ist, daß die wachsenden ... dicht zusammenliegenden Zellen sich aneinander abplatten; sie ...en polygonal (Taf. I. Fig. 7), die flachen Zellen oft sehr regel...g fünf- und sechseckig (Taf. I. Fig. 12). Erfolgt die Aus...ng stärker nach einer oder der anderen Richtung, so entstehen ...schiedenartigsten Gestalten. An den Zellen, welche auf Flächen ...breitet sind, kann man zwei Hauptformen unterscheiden, je ...m sie sich entweder nach der Fläche ausdehnen, wobei der ...hte Durchmesser sich bedeutend verkleinern kann, oder in einer ... Fläche senkrechten Richtung wachsen. Im ersten Falle ent... Plättchen und Schüppchen, die bei einer kaum meßbaren ...eine bedeutende Breite erreichen, im zweiten Falle bilden sich ...nige, prismatische, cylindrische oder konische Körperchen. Zu ...latten Zellen gehören die Elemente des Pflasterepithelium ...I. Fig. 1—7), des körnigen Pigmentes (Taf. I. Fig. 12. 13),

auch die Blutkörperchen (Taf. IV. Fig. 1); die verschiedensten Arten aufrecht stehender Zellen, die man im Allgemeinen prismatische nennen kann, finden sich in den Uebergangs-, Cylinder- und Flimmerepithelien (Taf. I. Fig. 8—10). Die platten Zellen haben rundliche oder winkelige Contouren (Taf. I. Fig. 1. 5), sie sind ganz unregelmäßig in der Epidermis (ebendas. Fig. 6), verschoben rhombisch in der Oberhaut der Gefäße und mancher seröser Häute (Fig. 2), in den Fasergeweben, z. B. in der Muskelhaut des Darmes und der Arterien verwandeln sie sich in sehr lange und verhältnißmäßig schmale, an beiden Enden zugespitzte Fasern (Taf. IV. Fig. 2, B), die eine Länge von 0,02‴ und mehr erreichen können. Eine eigenthümliche Metamorphose verschiedener Zellen beruht darin, daß sie von einer bestimmten Stelle aus oder nach verschiedenen Seiten Fortsätze ausschicken, die sich wie Härchen oder Stacheln ausnehmen oder auch in lange Fasern auslaufen. Solche Fortsätze sind die flimmernden Cilien des Flimmerepitheliums (Taf. I. Fig. 10, C. b), die wie Franzen auf der breiten, freien Endfläche der Kegelchen aufsitzen, die Stacheln an den Zellen der Oberhaut der Plexus choroidei (Taf. I. Fig. 4, B, C. c), welche von den Winkeln der angewachsenen Fläche aus abwärts ragen; ebendahin gehören die unregelmäßigen Auswüchse der platten Pigmentzellen in der Lamina fusca (Taf. I. Fig. 13). Von den letzteren ist es, ihrer Anfüllung mit Pigmentkörnchen wegen, gewiß, daß die Zellenhöhle sich wenigstens eine Strecke weit in die Auswüchse erstreckt. Zacken, wodurch die Seitenränder platter Zellen wie mit Zähnen ineinander greifen, kommen an den Epidermiszellen der Gräser vor [1]. Bei Thieren finden sie sich nur an Fasern, die aus verschmolzenen Zellen zusammengesetzt sind. Die Metamorphosen des Zellenkerns sollen später im Zusammenhange dargestellt werden, jedoch will ich beiläufig hier erwähnen, daß er in den Zellen, die isolirt bleiben, oft schwindet (Epidermis, Blutkörperchen), oft aber auch persistent ist und an regelmäßig geordneten Zellen auch eine ganz bestimmte Stelle einnimmt, z. B. in den Pigmentzellen der Choroidea die Mitte der vorderen, der Linse zugekehrten Fläche.

Den Veränderungen der Form parallel gehen auch Veränderungen der chemischen Beschaffenheit und des Inhaltes der Zellen. Die meisten jungen Zellen werden von Essigsäure aufgelöst, unter

[1] Schwann, Mikroskop. Untersf. Taf. I. Fig. 14.

den ausgewachsenen werden viele von dieser Säure nur schwer oder gar nicht angegriffen. Ein auffallendes Beispiel chemischer Umwandlung bieten die Zellen der Epidermis. Der Inhalt, anfangs körnig, wird nach und nach klar und flüssig, in anderen Fällen trübt sich der klare Inhalt wieder oder setzt eigenthümliche Körperchen ab, wie die Pigmentkörperchen in den Zellen gefärbter Körpertheile, die Samenthierchen in den Zellen des Hoden. Von der im Innern der Zellen sich entwickelnden neuen Generation war schon früher die Rede. Fett, Hämatin, Chorophyll bei den Pflanzen[1], die verschiedensten Secretionsstoffe entstehen in Zellen und, wie sich mitunter verfolgen läßt, durch allmählige Umbildung des Zelleninhaltes; so färben sich die Blutkörperchen nur nach und nach, und das Fett tritt anfangs in einzelnen Tröpfchen auf, die erst bei fortschreitender Anhäufung zusammenfließen. Auch Luft kommt durch Austrocknen an die Stelle des Zelleninhaltes, z. B. in den Vogelfedern[2].

Wir haben noch etwas genauer den Antheil zu untersuchen, welchen die Zellenmembran an den Formveränderungen der Zellen nimmt. Daß sie bei dem Wachsen derselben nicht blos passiv ausgedehnt werde, etwa wie eine Blase durch Flüssigkeit, läßt sich schon dadurch beweisen, daß sie an Stärke zunehmen kann. Dies ist deutlich an den Cylinderchen der Oberhaut des Darmes (Taf. I. Fig. 8) und an den Knorpelzellen (Taf. V. Fig. 6, A. k. B. a). Bei den Pflanzen erscheinen die Verdickungen der Zellenwand sehr gewöhnlich in Form von spiralförmigen Fasern; solche sind an thierischen Zellen noch nicht gefunden worden. Dagegen ist eine schichtweise Ablagerung der Substanz, durch welche die Wände an Dicke zunehmen, ebensowohl bei Thieren, wie bei Pflanzen[3] beobachtet. Zellen mit schichtweise verdickten Wänden nehmen sich bei mikroskopischer Betrachtung wie gestreift aus; an cylindrischen oder polyedrischen Zellen sind die Streifen den äußeren Contouren parallel, an kugelförmigen Zellen bilden sie concentrische Kreise. An einzelnen Cylindern und Plättchen der Oberhaut habe ich solche Streifen wahrgenommen, Schwann[4] glaubt sie an Knorpelzellen gesehen zu haben; sehr deutliche concentrische Streifen zeigen sich an den

1 Meyen, Pflanzenphysiol. I, 201.

2 Schwann, a. a. O. S. 94.

3 durch Mohl, s. Meyen's Pflanzenphys. I, 25.

4 a. a. O. S. 22.

größeren, wie Fett glänzenden Zellen, die zuweilen in Entzündungs-producten, namentlich in katarrhalischen Sputa vorkommen. Ich habe dergleichen aus dem Schleime bei Nasen- und Lungenkatarrh beschrieben [1], Gruby fand sie wieder im Auswurfe Tuberkel-kranker [2]. Wenn die Verdickung der Wand immer weiter geht und zugleich die Zellen platt werden, so wird zuletzt die Höhle ausgefüllt, Wand und Inhalt sind nicht mehr unterscheidbar und die Zelle wird ein solides Plättchen, wie eben die Plättchen der oberen Schichten der Epidermis sind.

Denkt man sich an einer Zellenwand einzelne Punkte oder kleine kreisförmige Stellen so beschaffen, daß eine Ablagerung von Sub-stanz an ihrer inneren Fläche nicht statthaben kann, so wird die nächste concentrische Schicht, die sich bildet, an diesen Stellen unter-brochen seyn; finden sich dieselben Unterbrechungen an der nächsten und allen folgenden Schichten, so werden in der verdickten Zellen-wand cylindrische Canäle erzeugt, die von der centralen Höhle der Zelle ausgehend, an der äußeren Wand blind enden. Ein Blick auf die nebenstehende Figur, die den idealen Durch-schnitt einer auf diese Weise verdickten Zelle darstellt, wird die Bildung anschaulich machen. Solche Ca-näle, die in vielen Arten von Pflanzenzellen, nament-lich in den Zellen des Coniferenholzes, in den Mark-zellen des Hollunders, im Parenchym des Cactus, in den harten Massen oder sogenannten Versteinerungen im Innern der Birnen u. a. vorkommen, werden mit dem Namen der Tüpfel- oder Porencanäle bezeichnet, und die dunkleren Flecken, welche den blinden Enden der Tüpfelcanäle entsprechend an der Oberfläche der Zellen gesehen werden, heißen Tüpfel oder auch Poren, weil sie bis auf Mohl von den meisten Phytotomen für Oeffnungen der Zellenwände genommen wurden [3]. Die Porencanäle können auch erst an der zweiten oder dritten Schicht oder weiter innen beginnen, sie können theilweise zusammenfließen, und so entstehen, wenn man von der Zellenhöhle ausgeht, gabelig verzweigte Canäle, wovon sich



1 Schleim und Eiter. S. 23.

2 Observ. microsc. ad morphologiam pathol. p. 27. Tab. V. Fig. 89—92.

3 Mohl, über die Poren des Pflanzenzellgewebes. Tübingen, 1828. S. 12. Vgl. Meyen, Pflanzenphys. I, 32 ff. und Wiegmann's Archiv. 1838. II, 39. Valentin, Repert. I. S. 78. Unger, in Ann. d. Wiener Museums, II, 38. *Turpin, Ac. de Paris*. 1838. p. 54.

bei Meyen mehrere Abbildungen finden[1]. Die Zellenhöhle und Porencanäle enthalten in vielen Fällen Luft und dann zeigt auch der Tüpfel an der Oberfläche der Zellenwand die charakteristischen dunkeln Contouren eines Luftbläschens; sie sind aber auch mit mancherlei flüssigen und festen Deposita gefüllt und namentlich ist in ihnen die körnige erdige Masse abgelagert, welche die Versteinerungen der Birnen bewirkt und macht, daß sie unter dem Mikroskop dunkel und bei auffallendem Lichte weiß aussehen. Daß dieselbe Form getüpfelter Zellen auch im thierischen Körper existire, glaube ich, so gering auch die Zahl der hieher bezüglichen Beobachtungen noch ist, doch mit Sicherheit behaupten zu können. An der Knorpelzelle aus der Epiglottis des Menschen, die ich auf Taf. V. Fig. 8 abgebildet habe, betrachte ich a als die Zellenhöhle, von welcher verästelte Porencanäle ausgehen, die in geringer Entfernung von der Oberfläche enden; b ist vielleicht der Rest des Cytoblasten. Ich habe dergleichen Zellen nicht in vielen Knorpeln, aber einigemal in großer Zahl und mit vollkommener Deutlichkeit gesehen. Und da ich diese Thatsache für sicher halte, so glaube ich nach derselben eine Beobachtung von Valentin am Krebse deuten zu dürfen[2]. Unter dem Hautskelet liegt eine Knorpellamelle (die neue Schale?), auf deren äußerster, nach der Innenseite der Schale hingewandter Oberfläche Valentin eine eigenthümliche Organisation wahrnimmt. „Man sieht sechsseitige, dicht bei einander liegende Zellen, ganz auf dieselbe Weise, in welcher sich das parenchymatische Zellgewebe der Pflanzen darstellt. In diesen Zellen bemerkt man dunkle, nach bestimmten Stellungslinien geordnete Punkte. Gelingt es aber, sich einen feinen, perpendiculären Querschnitt zu bereiten, so sieht man, daß diese Punkte die oberflächlichen Ausgänge von senkrecht gestellten Röhrchen sind, welche eine dunkle, vollkommen undurchsichtige und feste Masse enthalten. Läßt man concentrirte Salzsäure einwirken, so bemerkt man, wie aus jedem einzelnen Röhrchen eine Luftblase hervorkommt, dessen dunkles Contentum sich auflöst und dessen Lumen hell und erkennbar wird. Kurz, man überzeugt sich, daß die Röhrchen eigenthümliche Organe sind, in welchen der kohlensaure Kalk enthalten und abgelagert ist." Valentin hat über das Verhältniß der Röhrchen zu den Zellen, an denen ihre, wohl auch nur scheinbaren

1 Pflanzenphysiol. I. Taf. V. Fig. 7. 11.

2 Repertorium. I, 124.

Ausgänge als dunkle Punkte sichtbar sind, nichts weiter bemerkt. Ob sie wirklich Porencanäle sind, bedaure ich in dieser Jahreszeit nicht durch directe Beobachtung entscheiden zu können. Auf die anastomosirenden Porencanäle verschmolzener Zellen komme ich später zurück.

Nachdem wir nun die Elementarzellen in ihrem Wachsen verfolgt haben, so müssen wir auch ihrer Entwickelung nach einer anderen Seite hin gedenken, wodurch sie abnehmen, ganz oder theilweise zerstört werden und schwinden. Die Zellen in der Lymphe, die sich nach und nach mit rothem Farbestoffe füllen und in Blutkörperchen übergehen, nehmen während dieser Metamorphose offenbar an Größe ab; im Blute wird, nachdem einmal der Kern resorbirt ist, ihre Membran dünner, um so leichter durch chemische Mittel zerstörbar, je älter sie sind, und zuletzt ganz und gar aufgelöst. Einen ähnlichen Proceß machen, wie sich bis jetzt nur vermuthen läßt, die Zellen durch, die in den Drüsen entstehen und die man, wenn sie zufällig mit dem flüssigen Secret entleert werden, Schleimkörnchen nennt. Die partielle Zerstörung der Zellen hat zur Folge, daß sie bersten und durch den Riß entweder mit der Körperoberfläche oder mit anderen Zellen oder mit Höhlen zwischen den Zellen, die man Intercellulargänge nennt, in offene Verbindung treten. Man kann diesen Vorgang mit Carus[1] als Dehiscenz bezeichnen, obgleich Carus unter diesem Namen nicht eigentlich die Berstung von Elementartheilen, sondern von zusammengesetzten Organen und Häuten verstand. Die Dehiscenz zeigt sich namentlich in den einfachen und zusammengesetzten Drüsen, wenn deren Tunica propria wirklich Zellenhaut ist, so zwar, daß die Zellen der einfachen Drüsen sich an der Körperoberfläche, die der zusammengesetzten Drüsen in Intercellulargänge oder in einander öffnen, wovon im Folgenden weiter gehandelt werden soll. Die Pflanzenanatomie liefert uns auch für dieses Phänomen zuverlässigere Belege. Die ungestielten einfachen Drüsen der Pflanzen bestehen aus einer einzelnen Zelle, welche mit ihrer äußeren Wand zu einem kleinen, etwas keulenförmig angeschwollenen Härchen ausgewachsen ist. Der obere Theil dieser Anschwellung löst sich in Form eines kreisrunden Scheibchens ab und hinterläßt einen gestielten Becher, der die secernirte Substanz enthält[2]. Der sogenannte

1 Müll. Arch. 1835. S. 321.

2 Meyen, Pflanzenphys. II, 465.

Gummi- oder Harzfluß der Pflanzen beruht darauf, daß Zellen oder Intercellulargänge, in welchen die abgesonderte Substanz angehäuft ist, reißen und die abgesonderte Substanz ausfließen lassen [1].

Schließlich muß ich, als einer eigenthümlichen Umbildung isolirter Zellen, des Falles gedenken, der bei den Ganglienkugeln (nach Valentin) und vielleicht auch beim Ei eintritt. Die fertigen Zellen, die in einer festweichen, körnigen Masse vergraben sind, ziehen gewissermaßen eine Schicht dieser Masse an sich heran, hüllen sich so in eine Kugel ein, die ihrerseits an der Oberfläche von einer Membran überzogen und selbst von einer epitheliumartigen Zellenschicht bedeckt werden kann (Taf. IV. Fig. 7, A. B). Die Elementarzelle mit ihrem Kern verhält sich dann selbst zu der ganzen Kugel, wie ein Kern mit Kernkörperchen, von dem sie sich nur durch ihre Größe und chemische Beschaffenheit, namentlich ihre Löslichkeit in Essigsäure unterscheidet. Ich werde diese Zellen complicirte nennen und werde Gelegenheit finden, auf ein analoges Verhalten gewisser aus Elementarzellen zusammengesetzter Cylinder später aufmerksam zu machen.

Somit glaube ich die Erscheinungen zusammengestellt zu haben, welche sich uns bis jetzt an den einzelnen, selbstständigen Zellen offenbarten. Es zeigte sich zuletzt, daß dieselben, um mit der Außenwelt, mit Intercellularräumen und mit benachbarten Zellen in Verbindung zu treten, einer partiellen Zerstörung, vielleicht durch Resorption eines Theiles der Wandung, unterworfen werden, worauf die Ränder des Risses mit der benachbarten Substanz in Eins verschmelzen. Dies leitet uns zu einer zweiten Reihe von Metamorphosen, die alle das mit einander gemein haben, daß die Zellen ihre Selbstständigkeit aufgeben, indem die Wände nebeneinander gelegener Zellen zusammenfließen und dann auch wohl, durch Dehiscenz der verschmolzenen Zellenwände, die Höhlen sich ineinander öffnen. Die Gewebe, welche den in solcher Weise verbundenen Zellen ihren Ursprung verdanken, fallen verschieden aus, je nach der Form und Anordnung der Zellen, und je nachdem die Zellen vor der Verschmelzung in Wand und Höhlung deutlich gesondert waren oder nicht. Unter folgende Gruppen lassen sich die bis jetzt bekannt gewordenen Formen ordnen:

1 Meyen, Pflanzenphys. II, 487.

I. Die verschmelzenden Elementartheile sind wahre Zellen und bestehen aus einer mehr oder minder verdickten Wand und einer von Flüssigkeit erfüllten Höhle.

1. Es verschmelzen die verdickten Wände der Zellen in parenchymatösen Geweben mit allen benachbarten Zellen und der in größerer oder geringerer Menge vorhandenen Intercellularsubstanz, die Höhlen bleiben getrennt. Nach diesem Princip entwickeln sich höchst wahrscheinlich die ächten und verknöchernden Knorpel und also auch die Knochen nebst der Knochensubstanz (Cement) der Zähne. In den Faserknorpeln (Taf. V. Fig. 7) liegen die Zellen isolirt mitten in der faserigen Intercellularsubstanz. Die ächten Knorpel enthalten in einer homogenen Grundlage rundliche Höhlen, welche zum Theil mit einer Membran ausgekleidet, zum Theil einfache Lücken sind; von den in diesen Lücken enthaltenen Kernen und jungen Zellen sehen wir hier ab. Die Lücken sind Zellenhöhlen, die homogene Grundlage besteht entweder blos aus Intercellularsubstanz oder aus Intercellularsubstanz und den mit derselben unzertrennlich verwachsenen, verdickten Zellenwänden; das Letztere ist annehmbarer für die Fälle, wo eine die Höhle auskleidende Membran fehlt [1]; es wird fast zur Gewißheit, wenn sich nachweisen läßt, daß von den Höhlen Tüpfelcanäle ausgehen, die die homogene Grundlage durchziehen. In den Knorpeln vor der Verknöcherung sind Tüpfelcanäle noch nicht gefunden worden; dies kann an der Schwierigkeit der Beobachtung liegen; auch in dem Knochenknorpel, wenn die Kalkerde durch Säure ausgezogen ist, sind sie unsichtbar. Daß sie aber vorhanden sind, wird durch die Untersuchung fein geschliffener Knochenplättchen evident. In diesen sieht man aus den mit pulverförmigen Kalkniederschlägen erfüllten Knochenkörperchen (Taf. V. Fig. 9, c. Fig. 10), die eben nichts Anderes sind, als die Höhlen in den Knorpeln, feine, vielfach verästelte, kalkführende Röhrchen ausstrahlen, welche ganz den Charakter der Porencanäle und namentlich mit den obenerwähnten Porencanälen in den Versteinerungen der Birnen die größte Aehnlichkeit haben. Die Aehnlichkeit der Knochencanälchen mit Porencanälen ist auch Schwann aufgefallen [2];

[1] Schwann, Mikroskop. Unters. Taf. I. Fig. 5—7.

[2] a. a. O. S. 34, 115.

er schwankte, ob er sie für analoge Bildungen oder ob er die Knochenkörperchen für ganze Zellen und die Canälchen für ästige Auswüchse derselben in die Intercellularsubstanz halten sollte, dergleichen an den Pigmentzellen vorkommen; und er gab der letzteren Ansicht den Vorzug, besonders deshalb, weil zuweilen ein Canälchen ununterbrochen von Einem Knochenkörperchen zum anderen gehe, was seiner Ansicht nach bei Porencanälchen nicht vorkommen könne. Allerdings ist es selten, daß sich bei Pflanzen zwei Porencanäle aus verschiedenen Zellen in einander öffnen; aber doch hat es Turpin an den Versteinerungen der Birnen beobachtet [1] und fand alsdann die Zellen unzertrennlich mit einander verwachsen. Uebrigens treffen auch sonst die Porencanäle benachbarter Zellen merkwürdiger Weise sehr häufig aufeinander [2], und wenn die zwischen beiden befindlichen, dünnen Zellenwände nicht durchbrochen werden, so könnten sie an feinen Canälen doch leicht eine nur so geringe Unterbrechung machen, daß sie dem Auge entginge.

Brechen die Porencanäle wirklich aus einer Zelle in die andere durch, so haben wir hieran auch eine Uebergangsform zu der folgenden Classe.

2. In dieser Classe communiciren die Zellenhöhlen frei miteinander, nachdem die einander berührenden Stellen je zweier Zellenwände verschmolzen und die verschmolzenen resorbirt oder durchbrochen sind. Nach der Lage und Gestalt der Zellen unterscheiden wir folgende Formen:

a. Die Zellen sind im Allgemeinen der Lage nach aneinander gereiht und verwandeln sich, indem die Querwände verschwinden, in eine continuirliche Röhre. Dies ereignet sich z. B. an den blinddarmförmigen Drüsen des Magens (Taf. V. Fig. 16 u. 17). Ausnahmsweise liegen hier auch zuweilen zwei Zellen nebeneinander und fließen dann, durch Resorption der einander zugekehrten Seitenwände, ebenfalls zusammen. Vielleicht gehören hieher auch die Canälchen der Nieren und Hoden, wenn nämlich deren structurlose Membrana propria eine einfache Zellenmembran ist. Nach dem-

1 *Ac. de Paris. 1838. Pl. II. fig. 6. a. Pl. III. fig. 4. a.* Turpin nennt die Zellen krystallinische Körper, die Höhle derselben Nabel und die von der Höhle ausgehenden Röhrchen Runzeln (rides). Die richtige Deutung dieser Beobachtung hat schon Meyen gegeben in Wiegm. Arch. 1839. II, 24.

2 Meyen, Pflanzenphys. I. Taf. I. Fig. 4—11.

selben Princip entwickeln sich die Axengebilde der später zu beschreibenden complicirten Bündel, der Haare, Nerven und Muskeln.

b. Die Zellen liegen in traubenförmigen Gruppen und verwachsen auch so, daß von jeder nur die Hälfte oder ein noch kleinerer Abschnitt der ursprünglichen Blase übrig bleibt. Die Reste vieler Zellen sitzen alsdann rings um eine gemeinsame Höhle, von welcher sie nur mehr oder minder tiefe Aussackungen bilden (Taf. V. Fig. 14). So denke ich mir die Entstehung der Läppchen acinöser Drüsen, immer vorausgesetzt, daß die ursprünglichen Blasen, deren eine bei D noch frei liegt, vergrößerte Elementarzellen sind. Eine Ausnahme macht die Leber, da ihre Kernzellen (Taf. V. Fig. 15) nur selten sich paarweise zu verbinden scheinen. Auch möchte ich die Leberzellen nicht sowohl den Mutterzellen anderer Drüsen, als vielmehr den in letzteren angehäuften Schleimkörnchen vergleichen, aus Gründen, die sich bei der speciellen Beschreibung deutlicher herausstellen werden.

c. Von den Zellen gehen hohle Fortsätze sternförmig aus, die sich in einander öffnen; so bei den sternförmigen Pigmentzellen der Lamina fusca (Taf. I. Fig. 13, A.) und, nach Schwann's Vermuthung, bei den Capillargefäßen[1]. Indem die Zellenkörper allmählig sich verengen und die Fortsätze weiter werden, entsteht ein gleichförmiges Netz von Röhren, ein Capillarsystem.

II. Die verschmelzenden Elementartheile sind solide Plättchen, Wand und Höhle nicht geschieden. Es ist aber häufig zweifelhaft, ob diese Plättchen, vor ihrer Verbindung, den Zellenentwickelungsproceß durchgemacht haben, ob sie gleich den Schuppen der Epidermis einmal Bläschen gewesen sind, oder ob nicht vielmehr der Verlust ihrer Selbstständigkeit sie gleichsam in der Jugend betroffen, noch ehe sie rechte Zellen zu werden Zeit hatten. Den letzten Fall angenommen, so ist ebenso wenig zu entscheiden, ob die Plättchen je recht getrennt und ganz selbstständig waren, ob nicht vielmehr die Verschmelzung, in gewissen Richtungen wenigstens, schon eintrat, ehe sich die Zellensubstanz um ihren Cytoblasten abgegrenzt hatte. Sollte dies stattfinden, und es wird sich weiterhin bei der Beschreibung der Metamorphosen des Kerns als wahrscheinlich herausstellen, so würde das von Schwann aufgestellte Gesetz, wonach alle Gewebe sich aus Elementarzellen

1 S. die schemat. Abbildung bei Schwann, a. a. O. Taf. IV. Fig. 12.

entwickeln **sollen**, eine Modification erleiden. Es würde ihm dasselbe **Mißverständniß** zu Grunde liegen, welches in dem Vortrage der vergleichen**den Anatomie** und Entwickelungsgeschichte so lange geherrscht **hat und theilweise** noch herrscht, wenn man z. B. sagt, der **Knochen A eines** niederen Thieres oder eines Embryo bestehe aus den **verschmolzenen** Knochen A und B des höheren oder reifen Thieres, **statt zu** sagen, er enthalte die letzteren noch ungesondert. Mit der **Bezeichnung** „einer Verschmelzung" drücken wir hier nur den Weg **aus**, **den** unsere Erkenntniß, von der höheren und fertigen Form **ausgehend**, zufällig genommen hat. Des bequemeren Ausdrucks **wegen** halten wir uns übrigens vorläufig noch an die Vorstellung, **als ob** die Zellen gesondert gewesen und wieder zusammengewachsen **wären**.

1. **Die Plättchen liegen, membranförmig ausgebreitet, in einfacher Schicht nebeneinander und bilden nach der Verschmelzung continuirliche wasserhelle Membranen.** Häufig schwinden die Kerne und dann sind die Membranen ganz structurlos, glasartig, wenn nicht eine feine Faserbildung in denselben beginnt, von der sogleich ausführlicher gehandelt werden soll. Das Pflasterepithelium der Gefäße geht durch diesen Proceß in eine glasartige Membran über (Taf. I. Fig. 2). Wahrscheinlich bilden sich auf dieselbe Weise die Linsenkapsel[1], die Demours'sche Haut und die Dotterhaut; die Zellenausbreitung, welche epitheliumartig die Ausbreitung des Seh- und Hörnerven bedeckt, scheint ebenso in eine einfache Glashaut sich umzuwandeln; endlich rechne ich hieher die äußere Scheide der Nervenröhren und der animalischen Muskelbündel.

2. **Die Plättchen reihen sich der Länge nach aneinander und bilden mehr oder minder platte Fasern.** Die Fasern, die so erzeugt werden, haben ziemlich constant eine Breite von 0,002—0,003''', also die Breite der kleinsten Zelle, ihre Dicke ist zuweilen kaum meßbar und beträgt nie über ein Viertel der Breite. Fasern dieser Art sind im Gewebe der Hornhaut, der Krystalllinse, im Bindegewebe, in der Muskelhaut der Gefäße und Eingeweide, dem N. sympathicus, im Zahnbein und Schmelz, auch in der Rindensubstanz des Haars enthalten (Taf. II. Fig. 1. 3. Taf. IV. Fig. 2. 6. Taf. V. Fig. 11.).

[1] wie auch Valentin annimmt, R. Wagner's Phys. I, 136.

Ich erwähnte so eben, daß an den Membranen, die aus verschmolzenen Plättchen entstehen, feine Fasern auftreten; dasselbe Phänomen zeigt sich an den aus Plättchen gebildeten Fasern, sodaß jede derselben in eine gewisse Zahl feinerer Fibrillen zerfallen kann. Diese Fibrillen, von 0,0004—0,0008''' Durchmesser, liegen an den Membranen zwar ziemlich in derselben Richtung, aber häufig unterbrochen, häufig gabelförmig getheilt und unter einander anastomosirend (Taf. III. Fig. 11); sie entstehen nicht aus Zellen oder Kernen, sondern, wie es scheint, unmittelbar aus abgelagerten und sich aneinander fügenden feinsten Körnchen. Sie sind in Essigsäure unlöslich. Die Membran, auf welche sie sich niedergeschlagen haben, kann völlig oder wenigstens in den Interstitien der Fasern resorbirt werden und es bleibt dann ein Netz von Fibrillen allein zurück (Taf. III. Fig. 12), wie sich dies auf der inneren Oberfläche der Gefäße häufig findet. Merkwürdig ist es, daß in den Membranen zugleich mit den Fasern auch rundliche und unregelmäßige, mehr oder minder große Oeffnungen erscheinen (Taf. III. Fig. 11, a b c), die auf eine beginnende Resorption in den Interstitien der Fasern deuten; doch sah ich Lücken derselben Art auch in der inneren Schicht der Wurzelscheide der Haare (Taf. I. Fig. 15) ohne Faserbildung.

Das Ansehen der gestreiften und durchbrochenen Membranen und der ganze Hergang ihrer Bildung, wie ich ihn eben geschildert habe, erinnert an die Spiralröhren der Pflanzen[1], und namentlich sind die Verästelungen der Spiralfasern, die Oeffnungen in der Membran, auf der sie liegen, und die endliche Resorption der letzteren an den netzförmigen, gefensterten und abrollbaren Spiralröhren sehr bemerkenswerthe Analogien. Dagegen liegen die Spiralfasern der Pflanze im Innern einer Zelle, die beschriebenen thierischen Fasern auf einer zusammengesetzten Haut; jene laufen ringförmig um die Zellenhöhle, diese liegen, wenigstens in den Gefäßen, der Länge nach. In der Scheide der Nerven- und Muskelbündel scheinen sie allerdings auch circulär zu verlaufen.

Wenn die aus aneinandergereihten Zellen hervorgegangenen Fasern in feinere Fäden zerfallen, was bei den Fasern der Hornhaut, des Bindegewebes, der organischen Muskeln und des N. sympathicus so gewöhnlich ist, so liegen die Fasern immer unverzweigt einander parallel, der Länge nach (Taf. II. Fig 1. Taf. IV. Fig. 2, A.

[1] Meyen, Pflanzenphys. I, 117 ff.

5, A). Ich werde diese feineren, secundären Fäden von nun
immer Fibrillen nennen; nennt man sie Fasern, so müssen die
nge, deren Theile sie sind, den Namen „Bündel" führen. Die
ung einer Faser in Fibrillen geschieht entweder durch einfache
ption der Substanz zwischen den Fibrillen, oder es lagern
im Beginn, wie bei den Membranen, die Fibrillen als Ver-
ngen auf der ursprünglichen Faser ab und dann erst verschwin-
zwischen den Fibrillen die Substanz der Faser. Das Erste ist
wahrscheinlicher, deshalb, weil die Fibrillen der Fasern, gleich
Fasern selbst, in Essigsäure aufgelöst werden, was bei jenen
dären Ablagerungen nicht der Fall ist.

III. Unter den Metamorphosen isolirter Zellen gedachte ich zu-
des Falles, wo die fertige Zelle wieder zum Kern einer secun-
Bildung wird; ich bezeichnete diese Elementartheile als
licirte Zellen" und verwies auf analoge Gebilde aus ver-
zenen Zellen. Solche sind die Primitivfasern der Ner-
die Primitivbündel der animalischen Muskeln und die
, die man demnach mit dem Namen complicirte
rn oder Bündel belegen kann. Sie haben alle entweder
dig oder doch zur Zeit der ersten Entwickelung eine cylindri-
der etwas plattgedrückte Axe aus aneinandergereihten Zellen
I. Fig. 16, a), eine eigenthümliche Rindensubstanz, die bei
Nerven flüssig, bei den Muskeln faserig, bei dem Haare (Taf. I.
16, b) aus Fasern gebildet ist, die selbst wieder aus Zellen
nden sind, endlich eine äußere Scheide, über deren Ursprung
Zweifel herrschen. So entspricht die Axe der complicirten Bün-
r eigentlichen Zelle im Innern der Ganglienkugel (Taf. IV.
, B. b), die Rindenschicht entspricht der äußeren, körnigen
nz der letzteren und gleich den Ganglienkugeln überzieht sich
ie Hülle der Nervenfasern (Taf. IV. Fig. 5, H) und der
(Taf. I. Fig. 16, c) noch mit einer Lage von Epithelium-
Solche Bündel fand ich auch zuweilen im Bindegewebe,
chen, wenn die Fibrillen mit Essigsäure durchsichtig gemacht
eine centrale, aus Körnchen gebildete dunkle Axe erschien.
h habe bisher so wenig als möglich vom Cytoblasten
hen, um das auf ihn Bezügliche hier im Zusammen-
mitzutheilen. Zuerst ist es nöthig die Lage desselben
rhältniß zur Zelle noch schärfer zu bestimmen, als bis-
chehen ist. Bei den Pflanzen ist er, nach Schleiden's

Angabe [1], immer in der Zellenwand eingeschlossen und zwar in der Art, daß die Wandung der Zelle sich in zwei Lamellen spaltet, von denen die eine außen, die andere innen über ihn weggeht. Auch bei Thieren liegt der Regel nach der Kern an der Wand der Zelle, jedoch giebt es einige Ausnahmen. In den Zellen des Cylinder- und Flimmerepitheliums muß er im Innern sich befinden, da er auch dann central erscheint, wenn man die Cylinder von den Endflächen aus betrachtet (Taf. I. Fig. 9); ferner liegt in den Ganglienkugeln das dunkle Körperchen, welches dem Kerne entspricht (Taf. IV. Fig. 7, B. c), genau im Mittelpunkte der Zelle (b). Wenn der Kern eine excentrische Stellung an der Wand einnimmt, so ist es nicht leicht zu entscheiden, ob er an ihrer inneren oder äußeren Fläche oder in der Dicke derselben sich befindet. Ganz in der Zellenhaut eingeschlossen liegt er nach Schwann [2] in den Fettzellen, wenn die Zellenmembran dick ist. Schwann hat nicht beobachtet, daß eine Lamelle der Zellenwand über die innere Fläche des Kerns weglief; er sah ihn in bei weitem den meisten Fällen ganz frei an der inneren Fläche der Zellenmembran angeklebt und nur zuweilen ein wenig in die Dicke der Zellenmembran eingesenkt [3]. Bei den Blut- und Schleimkörperchen und den Epitheliumzellen schien auch mir der Kern an der Innenfläche der Wand zu liegen, obgleich ich ihn niemals, wie Schultz, in die Höhle der Blutkörperchen hineinfallen und darin herumrollen sah. In anderen Fällen aber habe ich auch bestimmt genug wahrgenommen, wie der Kern nur äußerlich auf der Zelle lag und in einem Grübchen derselben aufgenommen wurde, so z. B. an den Zellen des Pigmentes (Taf. I. Fig. 12, C), der Linse (Taf. II. Fig. 2, C).

An den Epitheliumzellen habe ich nachgewiesen, daß der Kern anfangs noch zugleich mit der Zelle wächst und sich abplattet. Später eilt die Zelle dem Kerne weit voraus, der letztere bleibt dann entweder unverändert, oder löst sich auf oder entwickelt sich, gleich der Zelle, nach einem bestimmten Typus weiter. Er schwindet in den isolirten Zellen des Blutes, der Epidermis und namentlich des Nagels, meistens in den Fettzellen; unter den aus verschmolzenen Zellen entstandenen Geweben zeigen die Fasern der Krystalllinse

[1] Müll. Arch. 1838. S. 148.

[2] Mikroskop. Unters. S. 140.

[3] Ebendas. S. 210.

(Taf. II. Fig. 3.) und des Zahnschmelzes und die verknöchernden Knorpel bald keine Spur von Kern, auch in den bleibenden ächten Knorpeln scheinen die Mutterzellen kernlos; in den acinösen und röhrigen Drüsen haben diejenigen Membranen, welche wir für Wände der Mutterzellen halten, gewöhnlich keinen Kern aufzuweisen.

Nicht selten wandelt der Kern, gleich der Zelle, seinen Inhalt chemisch um; namentlich erscheinen einzelne, später in eins zusammenfließende Fetttröpfchen in dem Cytoblasten der Knorpel (Taf. V. Fig. 6. Fig. 7, D).

Der Kern der Pflanzenzellen hat mit der vollendeten Entwickelung der Zelle seine Rolle ausgespielt; er erhält sich nur in einigen Arten von Zellgewebe, das, wie Schleiden sich ausdrückt, auf einer niederen Bildungsstufe stehen bleibt. Die Bildung secundärer Ablagerungen fängt, nach Schleiden's Beobachtungen, immer erst nach der Resorption des Kerns an[1]. So hält auch Schwann das Geschäft des Cytoblasten mit der Vollendung der Zelle für beendet und betrachtet das Schwinden desselben als Regel. Meine Untersuchungen nöthigen mich, dem Kern eine andere, wichtigere Bedeutung zuzuschreiben In allen aus Zellen zusammengesetzten Fasern, mit Ausnahme der eben genannten (der Linse und des Schmelzes) bleibt er nicht nur in der Regel persistent, sondern bildet sich ebenfalls in eine eigenthümliche Art von Fasern um, die zu den Fasern der Zellen in einem merkwürdigen Verhältnisse stehen.

Zuerst werden die Kerne oval (Taf. I. Fig. 2. a. Taf. III. Fig. 14. c. Taf. IV. Fig. 2, A. a. Fig. 6.), dann immer länger und schmaler und verwandeln sich in dünne, dunkle Streifen, die gerade, winkelig oder halbmondförmig gekrümmt oder, bei einiger Länge, geschlängelt auf den zugehörigen Zellen liegen (Taf. I. Fig. 14. l m. Fig. 16 dd. Taf. II. Fig. 6. e. Taf. III. Fig. 9. de). Die Kernkörperchen sind alsdann verschwunden. Ihrer scharfen Umrisse wegen fallen diese Streifen an Fasergeweben sogleich in die Augen und sind öfters für die verlängerten Zellen selbst genommen worden, in welchem Falle die Zwischensubstanz übersehen oder als Intercellularsubstanz betrachtet wurde. Jetzt erst beginnt zuweilen die Resorption der Kerne und zwar in der Weise, daß sie in eine Reihe von Pünktchen zerfallen, die immer blasser und klei-

[1] Müller's Archiv. 1838. S. 146.

ner werden (Taf. II. Fig. 1. b b. Taf. III. Fig. 14. a. Taf. IV. Fig. 2, E. d.). Man findet solche Pünktchenreihen in allen Fasergeweben und, wie sich von selbst versteht, in um so größerer Menge, je weniger Kerne sich weiter entwickeln, am zahlreichsten in der Cornea und in den organischen Muskeln. Im entgegengesetzten Falle setzen sich die verlängerten Kerne nach und nach mit einander in Verbindung durch Fäden, die sie einander entgegenschicken und die anfangs fein und blaß, allmählig die Stärke und Festigkeit der dunkeln Körperchen erhalten, von denen sie ausgingen. Die weitere Entwickelung der Kerne zu Fasern und die Lage dieser Fasern macht es unzweifelhaft, daß hier überall die Kerne nur äußerlich auf den Zellen lagen; in der That können sie zuweilen in früheren Zeiten, ohne Zerstörung der Zellen, durch verdünnte Essigsäure von denselben abgelöst werden und schwimmen dann frei herum.

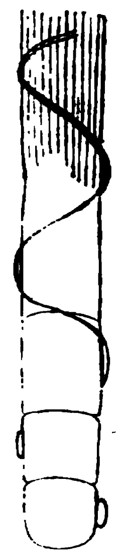
Wir können zwei verschiedene Typen von Kernfasern unterscheiden; mit diesem Namen bezeichne ich nämlich die Fasern, die der Verschmelzung verlängerter Kerne ihre Entstehung verdanken, und will Zellenfasern in Zukunft die aus Zellen gebildeten Fasern oder die Bündel von Fibrillen nennen, in welche die Zellenfasern sich zerspalten. Hat diese Zerspaltung stattgefunden, so gehört jedem Bündel von Fibrillen eine Kernfaser zu. Die Kernfasern sind immer viel feiner als die Zellenfasern, mit den Fibrillen der Zellenfaser haben sie oft gleichen Durchmesser. Die Verschiedenheit der beiden Typen von Kernfasern beruht auf der ursprünglichen Lage der Kerne, je nachdem sie auf der Fläche der platten Kernfaser oder an ihrem Rande liegen, und die Lage der Kerne richtet sich wieder nach der Form der Zellenfaser. Ganz abgeplattete Kernfasern haben die Kerne auf der Fläche, Zellenfasern, die der cylindrischen Form sich nähern, haben sie an den Rändern. Zu der letzten Art gehören die Bindegewebefasern, die Fasern der Hornhaut und des Zahnbeines.

Wenn nun die Kerne an den Rändern der Zellenfaser sich befinden, so liegen sie entweder hintereinander auf derselben Seite, oder alternirend an beiden Seiten. Im ersten Falle stoßen die Verlängerungen der einzelnen Kerne einfach aneinander und die Kernfasern laufen zur Seite jedes Bündels demselben parallel und so, daß zwischen je 2 Zellenfasern oder 2 Bündeln von Fibrillen jedesmal eine Kernfaser zu liegen kommt. Sehr regel=



mäßig sieht man diese Alternation von Zellen- und Kernfasern an dem Zahnbein (Taf. V. Fig. 11), zuweilen auch in feinen Plättchen von Bindegewebe, namentlich in Sehnen und Bändern. Beim Bindegewebe, wo die Zellenfasern selbst in Fibrillen von der Feinheit der Kernfasern zerfallen sind, unterscheiden sich die letzteren durch ihre dunkeln Ränder, ihren feiner geschlängelten Verlauf und ihre Unlöslichkeit in Essigsäure (Taf. II. Fig. 8). Sie können aber auch im Bindegewebe, wie im Zahnbein, Seitenäste ausschicken und so entstehen, wenigstens zum Theil, die sogenannten elastischen Fasern im Bindegewebe und die verzweigten Röhrchen des Zahnbeins, wie sie Retzius abgebildet hat[1]. Die Ablagerung der Kalksalze in diesen Röhrchen liefert den Beweis, daß die Kernfasern hohl seyn können. Ob sie es auch in anderen Fällen seyen, weiß ich nicht zu entscheiden.

Liegen die Kerne an den Rändern der Bündel und alternirend, so wachsen sie einander in der Weise entgegen, daß von jedem Kerne eine Verlängerung an der vorderen und eine an der hinteren Seite der Zellenfaser, die eine abwärts, die andere aufwärts sich erstreckt. Die aufwärts steigende Verlängerung eines Kerns begegnet der abwärts steigenden des nächst oberen auf der einen Fläche der Zellenfaser, seine nach abwärts gerichtete Fortsetzung verschmilzt mit der aufwärts gerichteten des nächst unteren Kerns auf der anderen Fläche der Zellenfaser und es entsteht eine Spirale, die die Zellenfaser oder die Fibrillen derselben in mehr oder weniger engen Windungen umwickelt. Solche spiralförmige Kernfasern sind im Bindegewebe nicht selten. An gewissen Stellen, die ich bei der speciellen Beschreibung angeben werde, finden sie sich fast regelmäßig, sonst kommen sie ohne Ordnung mit den geraden Kernfasern untermischt vor und ich sah oft eine Kernfaser an einem Bündel von Bindegewebefibrillen erst gerade laufen, dann ein paar Spiralwindungen machen, dann wieder ihren Weg in gerader



1 Müll. Arch. 1837. Taf. XXII. Fig. 1, b. Fig. 2.

gesonderte Bündel von Bindegewebe werde von ihnen umgeben. Viele der hier erwähnten Gewebe sind wirkliche Pflasterepithelien. Das horizontal fadig aufgereihte Epithelium vom Exochorion des Schaffötus (ebendas. Taf. I. Fig. 1) und aus den Nerven (Müll. Arch. 1839. Taf. VI.) sind Zellenfasern mit Kernen, die zum Theil nur verlängert, zum Theil durch dünnere Fäden verbunden sind. Daß Valentin an den Anschwellungen einen hellen Saum und den Verbindungsfaden zwischen den Anschwellungen als Fortsetzung dieses Saumes sieht, kann ich nicht anders als für einen Irrthum halten, der, bei der Schwierigkeit der Beobachtung, besonders auch dadurch veranlaßt worden seyn mag, daß Schwann und Viele nach ihm die Verlängerung der Zellen in einzelne, feine Fasern für etwas ganz Gewöhnliches hielten und namentlich die Bindegewebefasern auf diese Weise entstehen lassen. Ich muß aber bemerken, daß bei den Zellen sich dies nur selten zu ereignen scheint, so häufig auch die Kerne sich in dünne Fasern verlängern und spindelförmige, an den Enden zugespitzte Körperchen darstellen. In dünne Fäden ausgezogene Zellen kommen, so viel ich bis jetzt weiß, nur vor in dem Pigmente der Lamina fusca, dann nach Schwann's zuvor angeführter Beobachtung im Bindegewebe, wo ihre Bedeutung noch nicht aufgeklärt ist, und in Geschwülsten [1]. In den letzteren bleiben sie nach Müller auf einer embryonalen Stufe stehen und reihen sich nicht zu Fasern aneinander. Sehr leicht geschieht es aber, daß man feine, platte und gleichmäßig breite Zellenfasern mit einem Kerne für in dünne Fäden auslaufende Zellen ansieht, weil in der Regel die Faser an der Stelle, wo der Kern liegt, ihre breite Fläche und weiterhin ihre schmale Kante nach oben kehrt.

Pappenheim (Zur Kenntniß der Verdauung. 1839.) adoptirt die Bezeichnung Valentin's, über die Bedeutung des fadig aufgereihten Epitheliums ändert er aber seine Ansicht im Verlaufe der Arbeit zu wiederholten Malen. Nach S. 13 sind es Rhomben, durch unmeßbar dünne Fäden verbunden. S. 111 vermuthet er „daß besondere Zellen dafür bestehen mögen, als deren Kerne es in späterer Zeit, bald ohne Vorbereitung, bald nach Hinzufügung von Essigsäure oder verdünntem kaustischen Kali, beim Erwachsenen in Gestalt von bald rhombischen, bald ovalen Körpern, oft durch Fäden, welche häufig, vielleicht immer Ränder der platten, nur den Längendurchmesser zukehrenden Zellen sind, an wahrscheinlich allen membranartigen, thierischen Theilen, aufzutreten scheint." Wenn ich diesen etwas schwierigen Satz recht verstehe, so ist die Meinung, daß die Anschwellungen durch Kerne und die Verbindungen zwischen denselben durch Theile der platten Zelle gebildet werden, die nur dadurch, daß sie die Kante aufwärts kehren, als Fäden erscheinen. Für diese Auslegung spricht eine spätere Stelle, S. 115, wo es heißt: „würde sich unsere oben ausgesprochene Vermuthung durch Beobachtung bewahrheiten, daß das fadig aufgereihte Epithelium der Membranen die Zellenkerne seyen u." Bei einer gelegentlichen Untersuchung der Muskelhaut des Magens im Embryo (S. 147. Nota) sieht Pappenheim gleichmäßige, 0,001''' breite Fasern mit

1 Valentin, Repert. 1837. S. 280. J. Müller, Bau der krankh. Geschwülste. S. 6.

wellenförmig gebogenen Körperchen, die wir als Mittelstufen zwischen Kernen und Fasern kennen gelernt haben, und zuweilen auch äußerst feine, wellenförmig verlaufende, in Essigsäure unlösliche Fasern.

Die Unlöslichkeit der Kernfasern in Essigsäure verdient, als eine charakteristische Eigenthümlichkeit derselben, um so mehr hervorgehoben zu werden, als sie darin mit den Kernen selbst übereinstimmen und so gleichsam auf ihren Ursprung zurückweisen. Ebenso sind die Zellenfasern, gleich den Zellen, aus denen sie hervorgehen, fast alle in Essigsäure löslich. Doch giebt es hiervon Ausnahmen, und wie die isolirten Zellen in gewissen Geweben, z. B. in der Oberhaut, hornig und dann in Essigsäure unlöslich werden, so verhornen auch die aus Zellen gebildeten Fasern, z. B. im Haar. Das Verhalten in Essigsäure ist daher kein sicheres Kriterium und es giebt in Essigsäure unlösliche Fasern, von denen ich es zweifelhaft lassen muß, da ich ihre Entwickelung nicht verfolgt habe, ob sie aus Kernen oder Zellen hervorgegangen sind. Ich meine namentlich die Fasern der Lamina fusca (Taf. II. Fig. 9), der Zonula Zinnii (Taf. II. Fig. 4) und ähnliche, die man besonders häufig bei den Fröschen zwischen den Bindegewebebündeln, im Bauchfelle, an der Oberfläche der Muskeln und Nerven sieht. Diese Fasern sind von sehr verschiedener Stärke, viel blasser als die gewöhnlichen Kernfasern, so daß es oft besonderer Mittel bedarf, um sie sichtbar zu machen; sie sind gabelförmig und oft sternförmig verzweigt, liegen vereinzelt und durchkreuzen einander in den mannichfaltigsten Richtungen. Wo mehrere Fasern nach verschiedenen Richtungen von einander weichen, finden sich oft kleine Anschwellungen (Taf. II. Fig. 4. a), die auf die Vermuthung bringen, daß hier ursprünglich eine Kugel oder ein Plättchen gelegen habe, von der die Fasern ausgegangen wären. Schwann bildet aus dem Bindegewebe des Embryo Kernzellen ab, die nach einem oder nach beiden Enden hin oder auch nach mehreren Seiten sich in Fasern fortsetzen [1]. Vielleicht entwickeln sich aus diesen Zellen die eben beschriebenen Fasern, da ich, wenigstens nach meinen Beobachtungen, nicht annehmen kann, daß sie die Anfänge der eigentlichen Bindegewebebündel seyen. Uebrigens ist noch eine dritte und vierte Möglichkeit zu berücksichtigen, daß diese Fasern weder aus Kernen noch aus Zellen ent-

[1] Mikroskop. Unters. Taf. III. Fig. 6. 8.

standen, sondern secundäre Ablagerungen seyn mögen, wie ich früher an der innersten Gefäßhaut beschrieben und bald aus der Intercellularsubstanz angeben werde.

Eine Schwierigkeit, die ich für jetzt nicht zu lösen weiß, liegt darin, daß, namentlich im Bindegewebe, größere Bündel gefunden werden, die von Spiralfasern umwickelt und selbst wieder aus Bündeln zusammengesetzt sind, die spiralförmige oder gerade Kernfasern haben (Taf. II. Fig. 6). Entweder die äußere Spiralfaser oder die innere sind secundäre Bildungen. Entweder ist die äußere Spiralfaser (d d) eine ächte Kernfaser, und dann müßten im Innern einer Zellenfaser neue Zellen und Kerne sich später entwickelt haben; oder die Faser, die eine Masse von primitiven Zellenfasern umfaßt, ist später entstanden, und dann würden Spiralfasern auch aus Kernen hervorgehen, deren zugehörige Zellen nicht zu Fasern verschmelzen.

Der Bequemlichkeit des Ausdrucks wegen habe ich, wie oben bemerkt, bisher die Darstellung so gehalten, als ob die platten Zellenfasern und Membranen aus gesonderten Zellen zusammengewachsen wären. Jetzt, nachdem die Metamorphosen der Zellen und Kerne abgehandelt sind, wird sich der Proceß ihrer Entwickelung leicht in anderer Weise beschreiben lassen, die, für viele Fälle wenigstens, der Natur mehr zu entsprechen scheint.

Die hieher gehörigen Gewebe bestehen fast alle aus membranartigen Schichten, die sich successiv über einander abzulagern scheinen, wie z. B. an den Gefäßen die Muskelhaut sich offenbar so verdickt, daß Schicht um Schicht neu gebildet wird. Jede Schicht ist anfangs eine structurlose Lage von Cytoblastem; in ihr bilden sich Kerne. Trennt man diese gewaltsam von einander, so bleibt an vielen ein Ueberzug von unregelmäßiger, weicher, gallertartiger Masse, der aber keine Zelle ist. Aus ihm kann sich eine Zelle bilden, wie dies an der inneren Oberfläche größerer Gefäße die Regel ist. Es kann in anderen Fällen die ganze Cytoblastemschicht eine einfache, structurlose Haut bilden, in der die Zellenkerne, rund, oval oder verlängert, liegen. Auch dies kommt an der inneren Gefäßhaut und an der Rindensubstanz der Haare vor. Endlich, wenn die Zellenkerne reihenweis geordnet sind und sich in einer bestimmten Richtung gegeneinander verlängern, so eignet sich gewissermaßen jede Kernreihe einen Streifen Cytoblastem an, nun erst beginnt die Trennung der Schicht in Fasern und zwar so, daß die Kernreihe entweder in der Mitte des Cytoblastemstreifens oder an dessen Seite

liegt. Im Anfange, z. B. im Bindegewebe des Embryo, liegen die ovalen Kerne dicht hintereinander, dann dehnt sich jeder Kern nach beiden Seiten aus und gleichzeitig wächst auch die Zellenfaser durch Aufnahme neuer Partikeln zwischen die alten. Stellenweise, vielleicht wenn die Fortsetzungen der Kerne nicht aufeinander treffen, wächst auch die Zellenfaser nach einer oder beiden Seiten hin in Spitzen aus und erscheint dann wie eine sehr verlängerte, selbstständige Zelle (Taf. IV. Fig. 2, B). Die weiteren Umbildungen der Zellenfasern und der Kerne ergeben sich aus den oben mitgetheilten Thatsachen.

Man kann diese Vorgänge am besten verfolgen an dem Gewebe der Gefäßhäute. Die Entwickelung desselben habe ich im speciellen Theile ausführlich beschrieben, worauf ich verweise. Hier will ich nur noch auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam machen, daß aus der Cytoblastemschicht an der inneren Oberfläche der Gefäße sich fast alle die verschiedenen Formen entwickeln, bald ein regelmäßiges Pflasterepithelium, bald eine Membran mit verästelten Kernfasern, bald eine Membran, in der nach dem Schwinden der Kerne sich feine Fasern ablagern (Taf. III. Fig. 11), bald endlich ordentliche Zellenfasern mit Kernen gleich denen der organischen Muskeln.

Die verschiedenen Deutungen und Benennungen, welche die Gebilde erfahren haben, die ich als Kernfasern aufführe, will ich hier zusammenstellen, um im Folgenden nicht mehr darauf zurückzukommen. Daß die ästigen Kernfasern des Bindegewebes und der Gefäßhäute mit elastischen Fasern verwechselt wurden, habe ich bereits angegeben. Die Fasern mit knotigen Anschwellungen, die Schwann (Med. Vereinsztg. 1837. Nr. 169) im Mesenterium der Frösche gesehen und für Nervenfasern genommen hat, scheinen mir auch nichts Anderes als Kernfasern zu seyn. Die vereinzelten Kerne sind bald als Kerne von Epitheliumzellen, bald als die Epitheliumzellen selbst angesehen worden. Eine allgemeinere Bezeichnung, unter welche allerdings neben den Kernfasern viele andere Bildungen aufgenommen wurden, hat zuerst Valentin eingeführt (Repert. 1838. S. 309). Er spricht von einem horizontal fadig aufgereihten Epithelium, in welchem die metamorphosirten Zellen in Längslinien geordnet seyen. Der Nucleus sey gekörnt, dunkel und werde von der Wandung überall als einem sehr schmalen Saume, welcher unmittelbar in den Verbindungstheil übergehe, umgeben. Diese Epithelien finden sich nicht nur an freien Membranen, sondern auch an jedem Gefäße und Nerven bis zu deren feinsten Verzweigungen, ja sogar um die secundären Abtheilungen der genannten Organtheile. Um jeden gesonderten Haufen von Ganglienkugeln, um jede einzelne Scheide der Ganglienkugel stehen sie in kreis- oder bogenförmiger, um jedes gesonderte Bündel eines Nerven in longitudinell linearer Anordnung; jedes

gesonderte Bündel von Bindegewebe werde von ihnen umgeben. Viele der hier erwähnten Gewebe sind wirkliche Pflasterepithelien. Das horizontal fadig aufgereihte Epithelium vom Exochorion des Schaffötus (ebendas. Taf. I. Fig. 1) und aus den Nerven (Müll. Arch. 1839. Taf. VI.) sind Zellenfasern mit Kernen, die zum Theil nur verlängert, zum Theil durch dünnere Fäden verbunden sind. Daß Valentin an den Anschwellungen einen hellen Saum und den Verbindungsfaden zwischen den Anschwellungen als Fortsetzung dieses Saumes sieht, kann ich nicht anders als für einen Irrthum halten, der, bei der Schwierigkeit der Beobachtung, besonders auch dadurch veranlaßt worden seyn mag, daß Schwann und Viele nach ihm die Verlängerung der Zellen in einzelne, feine Fasern für etwas ganz Gewöhnliches hielten und namentlich die Bindegewebefasern auf diese Weise entstehen lassen. Ich muß aber bemerken, daß bei den Zellen sich dies nur selten zu ereignen scheint, so häufig auch die Kerne sich in dünne Fasern verlängern und spindelförmige, an den Enden zugespitzte Körperchen darstellen. In dünne Fäden ausgezogene Zellen kommen, so viel ich bis jetzt weiß, nur vor in dem Pigmente der Lamina fusca, dann nach Schwann's zuvor angeführter Beobachtung im Bindegewebe, wo ihre Bedeutung noch nicht aufgeklärt ist, und in Geschwülsten [1]. In den letzteren bleiben sie nach Müller auf einer embryonalen Stufe stehen und reihen sich nicht zu Fasern aneinander. Sehr leicht geschieht es aber, daß man feine, platte und gleichmäßig breite Zellenfasern mit einem Kerne für in dünne Fäden auslaufende Zellen ansieht, weil in der Regel die Faser an der Stelle, wo der Kern liegt, ihre breite Fläche und weiterhin ihre schmale Kante nach oben kehrt.

Pappenheim (Zur Kenntniß der Verdauung. 1839.) adoptirt die Bezeichnung Valentin's, über die Bedeutung des fadig aufgereihten Epitheliums ändert er aber seine Ansicht im Verlaufe der Arbeit zu wiederholten Malen. Nach S. 13 sind es Rhomben, durch unmeßbar dünne Fäden verbunden. S. 111 vermuthet er „daß besondere Zellen dafür bestehen werden, als deren Kerne es in späterer Zeit, bald ohne Vorbereitung, bald nach Hinzufügung von Essigsäure oder verdünntem kaustischen Kali, beim Erwachsenen in Gestalt von bald rhombischen, bald ovalen Körpern, oft durch Fäden, welche häufig, vielleicht immer Ränder der platten, nur den Längendurchmesser zukehrenden Zellen sind, an wahrscheinlich allen membranartigen, thierischen Theilen, aufzutreten scheint." Wenn ich diesen etwas schwierigen Satz recht verstehe, so ist die Meinung, daß die Anschwellungen durch Kerne und die Verbindungen zwischen denselben durch Theile der platten Zelle gebildet werden, die nur dadurch, daß sie die Kante aufwärts kehren, als Fäden erscheinen. Für diese Auslegung spricht eine spätere Stelle, S. 115, wo es heißt: „würde sich unsere oben ausgesprochene Vermuthung durch Beobachtung bewahrheiten, daß das fadig aufgereihte Epithelium der Membranen die Zellenkerne seyen rc." Bei einer gelegentlichen Untersuchung der Muskelhaut des Magens im Embryo (S. 147. Nota) sieht Pappenheim gleichmäßige, 0,001‴ breite Fasern und

1 Valentin, Repert. 1837. S. 200. J. Müller, Bau der krankh. Geschwülste. S. 6.

von Stelle zu Stelle ovale, an beiden Enden ausgezogene, platte, nicht selten mit einem auffallend dunklen Körperchen, bisweilen noch mit Punktmasse versehene Körper, unlöslich in Essigsäure. Er erkennt die Identität derselben mit den großen, kernförmigen Körperchen der willkürlichen Muskelfasern und hält sie für Kerne der Zellen, aus denen die Scheiden der Primitivbündel entstanden sind. Wie er aber nach allem Vorhergegangenen den eben beschriebenen Bau für eine charakteristische Eigenthümlichkeit der organischen Muskelfasern erklären kann, ist schwer zu verstehen. Eine Ansicht, mit der die meinige sehr nahe übereinstimmt, ist S. 165 ausgesprochen. „Das fadig aufgereihte Epithelium sind die nicht, wie man bisher annahm, beim Wachsthum verschwindenden, sondern übrigen mit Nucleolis versehenen Nuclei, deren Zellen mit dem Wechsel des Alters verschiedene Schicksale erfahren." Dagegen steht wieder S. 181: das Zellgewebe der Magenschleimhaut sey in großer Menge mit fadig aufgereihtem Epithelium versehen, d. h. mit Zellen, welche sich in röhrige, oft platte Fäden verlängern, mit Nucleus und Nucleolus, und endlich zur Erklärung der Fig. I, 15. 16 fadenförmiges Epithelium: die Kerne sitzen, nach späteren Beobachtungen, den platten Fäden nur auf.

Purkinje und Rosenthal's Formatio granulosa (de formatione granulosa. 1839.) sind ovale oder auch zugespitzte Körnchen, die mit Hülfe der Essigsäure in den Muskeln, Nerven, Gefäßen, in Häuten und im Bindegewebe aufgefunden wurden. Verbindende Fäden zwischen den Körnchen schienen zwar hier und da vorzukommen, doch seyen sie nicht überall vorhanden (S. 4). Die Körnchen haben immer Kerne und zwar die länglichen 2—3, die runden und ovalen einen größeren oder kleineren (Kernkörperchen?). Rosenthal erkennt die Identität der Formatio granulosa mit Valentin's fadig aufgereihtem Epithelium an, glaubt aber die letztere Benennung verbannen zu müssen, da die Epithelien immer nur an der Oberfläche von Häuten liegen und aus dicht aneinander gereihten Zellen bestehen, was bei der Formatio granulosa nicht der Fall ist (S. 25). Am Schlusse identificirt er die Formatio granulosa mit den Elementarzellen Schwann's; er sieht sie als einen Beweis an, daß die Regeneration der Gewebe im Erwachsenen nach denselben Gesetzen erfolge, wie die erste Bildung im Embryo. Die Körnchen, anfangs rund, würden elliptisch, dann immer länger und dünner und gingen endlich in die eigenthümliche Substanz der Gewebe über.

Meine Untersuchungen über diesen Gegenstand sind im Winter 1839 auf 1840 angestellt und wurden zu Anfang des Jahres 1840 in der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, dann, so weit sie die Gefäße und Muskeln betrafen, in Casper's Wochenschr. Nr. 21 mitgetheilt. Ich nannte die aus Kernen entstandenen Fasern damals, ihrer Lage nach, interstitielle und umspinnende. Anfang 1840 erschien Gerber's allg. Anatomie, in welcher zwar auch noch spindelförmig verlängerte und aneinandergereihte Zellen unter dem Namen varicöser Zellstoff beschrieben werden (S. 125). S. 70 aber finde ich folgende Stelle: „Gehen die Zellen in Faden über, so werden sie spindelförmig und bilden in ihrem linearen Zusammenhange die Zellenfaser, innerhalb welcher die Kerne zuweilen auf dieselbe Weise durch Zwischenkern-

faden unter sich verbunden sind; vielleicht kommen diese Kernfasern auch nackt vor." Worin ich Gerber widersprechen muß, ist, daß die Zellen selbst immer spindelförmig würden und daß die Kernfaser im Innern der Zellenfaser liege. Uebrigens schienen mir die hier von Gerber gebrauchten Benennungen zu treffend, um sie nicht allen übrigen vorzuziehen.

Functionen der Elementarzellen.

Wenn man sieht, wie eine große Zahl und vielleicht die ganze Masse organischer Bildungen aus gleichartigen Theilen, den Elementarzellen, theils zusammengesetzt ist, theils aus denselben sich entwickelt, so kann man sich die Hoffnung nicht versagen, daß sich die Räthsel in den Lebenserscheinungen zusammengesetzter Organismen durch das Studium dieser einfachen Bestandtheile lösen werden. Denn wie der Organismus erhalten wird und thätig ist durch die Kräfte seiner Organe, wie die Wirksamkeit der Organe abhängt von der Wechselwirkung der Gewebe, so muß zuletzt die Energie der Gewebe nur die Summe der Energien seyn, deren jede Partikel theilhaft ist.

Eine physiologische Thatsache erklären, heißt, um es mit einem Worte zu sagen, ihre Nothwendigkeit aus den physikalischen und chemischen Naturgesetzen ableiten. Allerdings geben auch diese über die letzten Gründe keinen Aufschluß, aber sie machen es möglich, eine Menge von Einzelheiten unter Einem Gesichtspunkte zu vereinigen, von Einer Voraussetzung aus zu begreifen, und es ist ein Triumph der physikalischen Forschung, wenn zwei anscheinend verschiedene Kräfte, wie z. B. Magnetismus und Elektricität, sich als Modificationen einer einzigen erweisen. Wo wir nun zu dem Geständniß genöthigt sind, daß ein Lebensact sich aus den Eigenschaften der Materie nicht verstehen lasse, da erkennen wir außer den in der todten Natur wirksamen Kräften eine Kraft an, die die Materie beherrscht, und nennen sie Lebenskraft oder mit irgend einem anderen Namen. Die Lebenskraft ist formell eine eben so gute Erklärung, wie die Schwerkraft, allein es ist eine Kraft mehr und dies widerstrebt unserm, nach Einheit ringenden Geiste.

Wenden wir uns aber mit diesen Hoffnungen und Ansprüchen an die Elementarzellen, so sehen wir die Kluft zwischen der todten und der lebenden Natur sich eher erweitern, als schließen. Schon bei der Entwickelung der Zellen selbst blieb die Verbindung und Verschmelzung der Elementarkörnchen in so bestimmter Zahl und Form

eiflich; noch viel mehr ist es die Umgestaltung, das Anein-
ihen und Verschmelzen der Zellen.
s giebt indeß eine physikalische Erscheinung, welche an den
und Mischungsveränderungen organischer Bläschen Antheil
kann, ich meine die Endosmose; diese etwas genauer zu be-
n, scheint mir hier am rechten Orte. Dutrochet[1] definirt
hänomen folgendermaßen. „Wenn zwei heterogene und misch-
lüssigkeiten durch eine häutige Scheidewand getrennt sind,
ehen durch die Poren dieser Scheidewand zwei Strömungen
gegengesetzter Richtung und verschiedener Stärke. Die eine
it nimmt dadurch an Masse zu und zwar um eben so viel,
stärkere Strömung die schwächere überwiegt.“ Die ersten
hatte Dutrochet so angestellt, daß die Flüssigkeit, welche
se zunahm, in einer Blase enthalten war, er nannte daher
trömung Endosmose und die Ausströmung Exosmose. Jetzt
t er mit dem ersten Namen die stärkere, mit dem zweiten
ächere Strömung und es kann Endosmose eben so gut von
öhle nach außen gerichtet seyn, als umgekehrt. Mittelst
nannten Endosmometers, eines Reservoirs ohne Boden,
n mit Blase oder einem anderen, zu untersuchenden Ma-
schlossen wird und nach oben in eine graduirte Röhre aus-
ann man sich am einfachsten von der Existenz dieser Strö-
überzeugen. Wird der Endosmometer mit Kochsalzlösung
und in reines Wasser getaucht, so beginnt bald das Niveau
sigkeit im Endosmometer sich zu erheben, während zugleich
l Salz in das äußere Wasser übergeht; wenn umgekehrt
n Endosmometer und außen Salzlösung ist, so sinkt die
demselben bis unter das Niveau der äußeren Flüssigkeit
nt Salz von außen auf. Die Affinität der beiden Flüssig-
ine unerläßliche Bedingung der Endosmose; bei Substanzen,
icht mischen, wie Wasser und Oel, findet keine Endosmose
ie wichtigste Rolle aber spielen die Wände, welche die beiden
en scheiden, und zwar durch ihre besondere chemische Natur.
ne Wand von Kautschuk gestattet keine Endosmose zwischen
oder Zuckerlösung und Wasser, wohl aber zwischen Alkohol
ser, und zwar ist der stärkere Strom vom Alkohol gegen das
erichtet, während durch thierische Häute Alkohol und Wasser

[1] *ém. pour servir à l'hist. des vég. et des animaux.* I, 1 sq.

sich so mischen, daß die stärkere Strömung vom Wasser gegen den Alkohol hin stattfindet. Da Kautschuk für Wasser allein impermeabel ist, so kann in dem angegebenen Versuche das Wasser die Scheidewand nur so durchdrungen haben, daß es sich in den Poren (**Interstices moléculaires**) derselben mit dem Alkohol mischte. Unter den mineralischen Stoffen ist der Sandstein völlig unfähig, Endosmose zu bewirken, Kalkstein bewirkt sie in geringem Grade; eine sehr starke Endosmose findet aber durch Lamellen von Pfeifenerde statt. Dies zeigt zugleich den Unterschied zwischen dem Durchschwitzen durch Endosmose und der Filtration durch die gröberen Poren der Körper; denn der Sandstein ist wirklich porös und läßt die Flüssigkeiten, ihrer Schwere folgend, reichlich hindurchsickern, ohne indeß eine Mischung oder ein Aufsteigen derselben zu gestatten.

Im Allgemeinen ist die Endosmose aus dem dünneren Medium gegen das dichtere, aus reinem Wasser oder verdünnten Lösungen gegen concentrirtere gerichtet und sie ist um so stärker und rascher, je größer der Unterschied der Concentration; doch giebt es auch Ausnahmen. Alkohol, minder dicht als Wasser, verhält sich doch zu demselben wie eine Salzlösung. Wenn Wasser und eine Lösung von Kleesäure aufeinander wirken, so bildet die Kleesäurelösung die stärkere Strömung und das Wasser nimmt an Masse zu. Alle Mineral- und Pflanzensäuren haben das Eigenthümliche, daß, wenn sie concentrirt angewandt werden, die Endosmose aus dem Wasser gegen die Säure geht, und in umgekehrter Richtung, wenn die Säure verdünnt ist. Zwischen beiden Zuständen giebt es einen Punkt, wo gar keine Endosmose, d. h. keine Zunahme weder der einen noch der anderen Flüssigkeit stattfindet, obgleich die Säure sich in beiden vertheilt. Wird zu einer Lösung von Zucker, die sonst das Wasser lebhaft anzieht, eine dem Zucker gleiche Quantität Kleesäure gefügt, so kehrt sich die Endosmose um, aus der Zuckerlösung gegen das Wasser, und es reißt also die Kleesäure gewissermaßen die Zuckerlösung mit sich fort. Auch darin zeigt sich wieder die Wichtigkeit der Scheidewand, daß Pflanzensäuren von gewisser Dichtigkeit mit einer thierischen Membran Endosmose gegen das Wasser und mit einer pflanzlichen Membran Endosmose gegen die Säure zeigen. Wenn Schwefelwasserstoff mit den thierischen Häuten in Verbindung kommt, so hört die Endosmose auf.

Mit der Erhöhung der Temperatur wächst die Menge der Flüssigkeit, die durch Endosmose in einer gegebenen Zeit übergeführt wird.

Die Endosmose richtet sich nicht ausschließlich nach der Dichtigkeit,
t nach der Viscosität der Flüssigkeiten, auch nicht nach ihrer
igkeit, in capillaren Röhren aufzusteigen; sie ist ein Act chemi-
r, vielleicht elektro-chemischer Attraction, und immer geht der
kere Strom von demjenigen Medium aus, welches zu der Sub-
z der Scheidewand die größere Affinität hat. Nach dem bekann-
Sömmerring'schen Experiment wird Weingeist in einer Thier-
se stärker, indem das Wasser desselben schneller durch ihre Wände
dunstet, als der Alkohol; umgekehrt verschlechtert sich Weingeist
einer Kautschukblase, der Alkohol entweicht, das Wasser bleibt
ck. Die Poren der Thierblase lassen also leichter Wasser, die
Kautschuk leichter Alkohol durchtreten. Offenbar liegt der Grund
on in der größeren chemischen Verwandtschaft des Wassers zu
thierischen Substanzen und des Alkohols zum Harze, und dem
prechend geht durch eine thierische Scheidewand die Endosmose
Wasser zum Alkohol und durch eine Wand von Kautschuk vom
hol zum Wasser. So beruht auch das verschieden endosmo-
e Verhalten stärkerer und schwächerer Säuresolutionen wahr-
nlich darauf, daß die schwache Solution eine größere Affinität
thierischen Häuten hat, als Wasser, die starke Solution eine
ngere.

Ein Factum, was besondere Beachtung verdient, ist das Rhyth-
sche oder Intermittirende in den Erscheinungen der Endosmose.
ömmerring[1] sah den in einer Blase aufbewahrten Weingeist
Intervallen stärker und wieder schwächer werden und zwar mehr-
ls abwechselnd, so lange etwas verdunsten konnte. Er schwankte
schen 86 und 94°. Dutrochet beobachtete, daß feine Blätt-
Goldschaum, die er mit concentrirter Salpetersäure in den
dosmometer gelegt hatte, in gewissen Intervallen und mit Leb-
igkeit von dem Boden in die Höhe geschnellt wurden und dann
gsam wieder niedersanken; die Bewegung konnte nur von einem
lichen Einströmen des außen befindlichen Wassers herrühren
dies schien demnach pulsweise, aber an verschiedenen Stellen
Membran zu verschiedenen Zeiten zu geschehen. Andere Sub-
zen, als Salpetersäure, zeigten dies Phänomen nicht.

Nach Fodéré's Versuchen[2] tauschen auch Gasarten durch

1 Denkschr. d. Münchn. Akad. VII, 253.

2 *Rech. expérimentales sur l'absorption et l'exhalation.* p. 12.

thierische Häute sich gegenseitig aus, und wahrscheinlich herrscht darin dasselbe Gesetz, wie bei der Endosmose tropfbarer Flüssigkeiten. Fodéré brachte verschlossene Darmstücke, mit schädlichem Gas gefüllt, in die Unterleibshöhle von Kaninchen. Das Gas zeigte seine giftige Wirkung, es verschwand aus dem Darmstück und fand sich durch eine andere Luftart ersetzt.

Ich habe hier eine Erscheinung in ihren Grundzügen geschildert, deren Anwendung auf die Physiologie noch neu, deren Einfluß auf diese Wissenschaft unberechenbar ist. Gewiß befinden sich die Elementartheile der Thiere und Pflanzen in einer zur Endosmose sehr geeigneten Verfassung: viele derselben sind Bläschen oder aus verschmolzenen Bläschen zusammengefügte Röhren, mit einem flüssigen Stoffe gefüllt, von tropfbar oder elastisch flüssigen Medien umgeben; die Flüssigkeiten sind meist wässerige Lösungen, die proteinartigen Verbindungen, aus welchen die Membranen wahrscheinlich gebildet sind, haben eine große Affinität zum Wasser, in welchem sie, wie Kautschuk in Weingeist, aufweichen, wenn auch nicht gelöst werden. Wirklich wurde Dutrochet gerade durch Beobachtung pflanzlicher Elementarzellen zu seinen Entdeckungen gebracht, und wir werden im speciellen Theile dieses Werkes vielfache Gelegenheit haben, die Phänomene der Endosmose an Elementarzellen, z. B. im Blute, im Schleime, in der Krystalllinse, zu zeigen. Zellen, die in den concentrirten Säften des Körpers platt sind, quellen in Wasser, selbst bis zum Bersten auf, lassen einen Theil ihres Inhaltes an das Wasser treten und fallen wieder zusammen, wenn die äußere Flüssigkeit concentrirter wird. Das Austreten der Flüssigkeit aus den Gefäßen, um die Substanz zu tränken, und die Resorption von Flüssigkeiten aus dem Parenchym mittelst der Gefäße hat man schon vielfach auf Endosmose bezogen, und wir werden sehen, daß bei einer genaueren Vergleichung beider Processe, des physikalischen und des physiologischen, die Aehnlichkeit nur immer größer wird.

Ob sich aber die typische Vergrößerung und Umgestaltung der Zellen aus Wirkungen der Endosmose allein begreifen läßt? Gewiß nicht. Eine Kugel kann nicht durch Endosmose zum Kegel oder Prisma werden oder Aeste hervortreiben. Die Endosmose ist nur die Bedingung, die Conditio sine qua non, durch welche die Zelle den Nahrungssaft an sich zieht und in sich aufnimmt, aber nicht der Grund ihrer eigenthümlichen Entwickelung.

Die chemischen Veränderungen an den Zellen und die Gründe ihrer verschiedenen chemischen Constitution sind nicht minder räthselhaft. Eigentlich sind, wie Dutrochet sagt [1], alle Zellen Secretionsorgane; alle nehmen aus den Säften verschiedene Stoffe auf; was die Zellen der eigentlichen Drüsen auszeichnet, ist nur, daß sie ihren Inhalt über die Körperoberfläche ergießen, während das Contentum anderer Zellen eine Zeit lang in denselben verweilt, um gewissen Lebenszwecken zu dienen, und dann dem Blute zurückgegeben wird. Ueber den Proceß der Absonderung aus dem Blute halten sich zwei Meinungen einander die Wage, ob nämlich die Drüsen nur die im Blute vorhandenen Materien entziehen oder neue bilden, mit anderen Worten, ob die Absonderungsproducte im Blute präexistiren oder erst durch die Secretionsorgane erzeugt werden. Beide Ansichten stehen einander gegenüber, wie Humoral- und Solidarpathologie, denn wenn die Zellen dem Blute nur vorgebildete Säfte entziehen, so müssen diese im Blute selbst entstanden seyn, die Zellen sind dann nur in beschränktem Sinne activ und das Blut, oder allgemeiner gesprochen, die Humores sind das Thätige. Umgekehrt, wenn die Zellen Secrete bereiten, so ist das Blut als eine passive, gleichartige Substanz gefaßt.

Schwann ist, wenn man so sagen darf, reiner Solidarphysiolog. Das Cytoblastem ist ihm bei den metabolischen Erscheinungen (so nennt er die chemischen Umwandlungen, welche die Entwickelung der Zellen begleiten) durchaus passiv [2], nur den Zellen kommt die Fähigkeit zu, das Cytoblastem chemisch zu verändern (metabolische Kraft), und an den Zellen wiederum nur der Hülle und dem Kerne. Schwann beruft sich auf die Gährung: die gährungsfähige Mischung, dem Cytoblastem vergleichbar, sey unthätig und erhalte sich unverändert, bis die Hefe hinzukomme. Allein wie ich schon in der chemischen Einleitung bemerkte, hat Schwann die Wirkung des Fermentes beim Gährungsprocesse zu hoch angeschlagen; die Hefe ist nur Eine Art Anregungsmittel, damit der Zucker seinen natürlichen Verwandtschaften nach zerfalle, nach Döbereiner bewirkt Kohlensäure dasselbe, und wenn dies auch noch der Bestätigung bedarf, so fehlt es nicht an analogen Beispielen, daß organische Stoffe, ohne alle Beihülfe von Zellen, durch

1 *Mém. s. l'anat. et la physiol. etc.* II, 470.

2 Mikroskop. Untersf. S. 234.

Wärme oder Säure oder auch ganz spontan chemische Veränderungen erleiden. Ist eine solche Metamorphose durch die alleinige Einwirkung der Elemente aufeinander außerhalb des Körpers möglich, so kann ihre Möglichkeit innerhalb desselben nicht geleugnet werden. Und wie verhält es sich mit dem Beweise für den Satz, daß die Substanzen, die sich in den Zellen finden, von den Zellen erst gebildet werden müßten? Fragen wir, der allgemein verbreiteten Proteinverbindungen, Extractivstoffe und Fette nicht zu gedenken, nach den specifischen Secreten, so ist es von dem wesentlichen Bestandtheile des Urins gewiß, daß er im Blute präexistirt, und von den kennbaren Bestandtheilen der Galle ist es in hohem Grade wahrscheinlich (s. den chem. Theil). In der Pathologie ist diese Ansicht bereits die herrschende und die Secretionsmetastasen, die man früher einer Resorption abgesonderter Stoffe aus den Drüsen und Wiederaufnahme ins Blut zuschrieb, erklären sich jetzt natürlicher als Folgen von gehemmter Absonderung und von Zurückbleiben der Substanzen im Blute. Hämatin kommt frei im Blute nicht vor, aber vielleicht nur deshalb, weil es von den Blutkörperchen immer wieder aufgenommen wird, und also aus demselben Grunde, aus welchem im gesunden Blute kein oder nur sehr wenig Harnstoff gefunden wird. Nur wenige Stoffe werden bestimmt erst außerhalb des Blutes in den Zellen gebildet, wie der Hornstoff und die leimgebenden Substanzen. In jenen setzen sich die Zellen nicht eher, als nach Verschmelzung von Wand und Inhalt um, er kann also nicht durch die Kraft der Zellenwand allein entstehen.

In Betreff der eigentlichen Excretionsstoffe wird man den Einwurf machen, daß diese zwar der Leber, Niere u. a. fertig zukommen, daß sie aber bei der Ernährung durch die metabolische Kraft anderer Zellen gebildet und so ins Blut gerathen seyen. Dies läßt sich weder widerlegen, noch beweisen; es hat sogar etwas Wahrscheinliches, daß Materien, die schließlich aus dem Körper ausgestoßen werden, gewissermaßen nur Abfälle bei dem Stoffwechsel seyen, nur dasjenige, was geblieben ist, nachdem jede Zelle sich ihr Theil aus dem allgemeinen Nahrungssafte vorweggenommen hat. Allein wir befinden uns mit anderen, wie man sagt, höheren Absonderungsproducten ganz in demselben Falle. Während der Schwangerschaft und reichlicher nach der Geburt, entwickeln sich in den weiblichen Brustdrüsen Zellen, welche Käsestoff, Fett und Milchzucker enthalten. Die Zellen der Brustdrüse sind es nicht, die aus

dem Blute die genannten Stoffe bereiten, denn wenn die Brustdrüse unthätig bleibt oder thätig zu seyn aufhört, so finden sich die Bestandtheile der Milch im Blute und werden an ungewöhnlicher Stelle abgelagert. Sie waren im Blute früher, als in den Zellen der Drüse. Wie kamen sie ins Blut? Durch andere Zellen? Wir würden auf diesem Wege dahin gelangen, den ganzen Körper für milchbereitend zu erklären, mit Ausnahme der Milchdrüse. Und zuletzt möchte ich fragen, wird die Bildung einer Substanz aus dem Blute irgend begreiflicher, wenn man annimmt, daß zuvor *aus* dem Blute eigenthümliche Membranen entstehen, die dann die Substanz bereiten?

Es kommt noch hinzu, daß mehrere organische Materien, die man als Erzeugnisse gewisser Drüsen ansieht, überhaupt nicht in dem Körper producirt, sondern von außen aufgenommen werden. Der grüne Farbestoff der Galle pflanzenfressender Thiere ist vielleicht nichts als Chlorophyll; der Zucker, den die Nieren im Diabetes ausscheiden, rührt höchst wahrscheinlich aus den vegetabilischen Nahrungsmitteln her, durch eine Umsetzung der Bestandtheile des Stärkemehls, wie sie auch außer dem Körper von verdünnten Säuren bewirkt wird [1]. Eiweiß und Fett gehen aus den Pflanzen in den thierischen Körper über. Die Pflanzen müssen allerdings organische Materie aus den Elementen zusammensetzen. Ob dies durch die Zellenwände oder die Intercellularsubstanz oder im Innern der Zellen geschehe, ist bei der unvollkommenen Kenntniß von den Pflanzensäften nicht zu entscheiden. Nach Meyen enthalten die Zellen in den knollenartigen Wurzeln der Georginen ein gefärbtes Oel, welches sie zuerst in ihrem Innern absondern und dann auch nach außen in den erweiterten Intercellulargang ablagern [2]. Ich führe dies nur an, ohne weiter einen Schluß daraus zu ziehen, da es sich auf verschiedene Weise deuten läßt.

Die Existenz einer metabolischen Kraft der Zellen in dem Sinne, welchen Schwann dem Worte beilegt, ist zweifelhaft. Die Zellen können sich und ihren Inhalt verändern, aber daran ist Wand und Inhalt wohl gleich betheiligt; sie ziehen Stoffe aus dem Cytoblastem an, aber diese sind im Cytoblasteme, wenigstens zum großen Theil, fertig gebildet, durch die eigenthümlichen Kräfte

1 Vgl. Müll. Arch. 1839. S. LXXXIX.

2 Pflanzenphysiol. II, 486.

desselben, die sich ja auch durch die Entwickelung von Zellen aus dem gleichartigen Stoffe bekunden. Die chemische Wirksamkeit der Zellen beruht, wie es scheint, mehr in dem Vermögen, einzelne Bestandtheile des Cytoblastemes in sich aufzunehmen. Da die Aufnahme durch Endosmose geschieht, so muß man schließen, daß ursprüngliche Differenzen der Zellenwände obwalten, wodurch es geschieht, daß dieser Stoff eindringt und jener ausgeschlossen wird. In letzter Instanz hängt auch wieder die chemische Beschaffenheit der Zellenwände von dem Cytoblastem ab, das um den Kern sich niedergeschlagen hat und fest geworden ist.

Wir kommen jetzt zu einer Reihe wunderbarer Erscheinungen, über deren Grund sich kaum Vermuthungen aufstellen lassen; ich meine die Bewegungen, die an den Zellen selbst, an ihrem eingeschlossenen und entleerten Inhalte beobachtet werden.

Mir sind keine zuverlässigen Angaben über Ortsbewegungen von Elementarzellen bekannt, man müßte denn die niedersten Infusorien für einfache Zellen nehmen. Contraction und Expansion will Schultz an den Blutkörperchen wahrgenommen haben, allein er sah nur das Aufschwellen und Zusammenfallen durch Exosmose. Die Bewegung der Flimmerhärchen aber, ihr abwechselndes Beugen und Strecken, ist in einer Thätigkeit der Elementarzellen begründet, auf welchen sie sitzen, und dauert an den isolirten Zellen noch lange Zeit fort.

Von Bewegung des Zelleninhaltes liefern die Pflanzenzellen zahlreiche Beispiele [1]. Die Bewegung äußert sich an den Körnchen, die in den Zellen enthalten, übrigens an sich ganz passiv sind und nach dem Ausfließen regungslos liegen. Am bekanntesten ist das Kreisen der Zellensaftkügelchen in den Schläuchen der Chara. Die Schnelligkeit nnd Richtung der Strömung ist in verschiedenen Zellen derselben Pflanze verschieden und jede scheint demnach den Grund der Bewegung in sich zu haben. Verletzung einer Zelle mit einer Nadel macht die Bewegung für immer stocken; Verletzung benachbarter Zellen, Druck und mechanische Reizung hemmt die Bewegung nur für einige Zeit und sie stellt sich selbst bei fortdauernder Ursache nach und nach wieder her, als ob eine Gewöhnung stattfände. Starke Salze und Säuren, Kalkwasser, Alkohol, Opium vernichten den Kreislauf, schwächere Dosen veranlassen eine Stockung, die sich

[1] Meyen, Pflanzenphys. II, 218 ff.

später wieder ausgleicht. Galvanismus macht die Bewegung augenblicklich erstarren, doch fängt sie, unter dem ununterbrochenen Einflusse der Säule, nach einiger Zeit wieder an. In den Charen ist die Richtung der Ströme genau bezeichnet durch grüngefärbte Körperchen, welche rosenkranzförmig aneinandergereiht an der inneren Zellenwand liegen. Sie bilden Bänder, welche in jungen Zellen parallel der Längenaxe laufen, in älteren die Längenaxe in einem spitzen Winkel schneiden. Der Richtung dieser Bänder folgen die Ströme im Innern der Schläuche. In anderen Zellen steht nach Schleiden[1] der Cytoblast in einer Beziehung zur Rotation; die kleinen Strömchen gingen stets von ihm aus und kehrten zu ihm zurück, und er selbst liege niemals außerhalb der Strömchen.

Dutrochet[2] zieht aus einer Reihe jedenfalls sehr interessanter Experimente den Schluß, daß das Kreisen des Zellensaftes in den Charen von derselben Kraft bewirkt werde, welche die bekannten Bewegungen des Kamphers auf dem Wasser hervorbringt, und daß diese Kraft Elektricität sey. Sie bedingt ein gegenseitiges Abstoßen des Wassers und des Kamphers; die grünen, in den Wänden der Charenschläuche befestigten Kügelchen vergleicht Dutrochet den Kampherstückchen; sie bleiben, eben weil sie befestigt sind, ruhig, während sie dem Zellensafte eine um so lebhaftere Bewegung mittheilen. Dieselben Bedingungen, welche Einfluß auf die Zellensaftbewegungen haben, verändern auch die Bewegung des Kamphers in Wasser; Reiben des Gefäßes, Eintauchen eines fremden Körpers, Verminderung der Temperatur heben sie auf, aber nur für einige Zeit, und während die störende Ursache fortdauert, stellt sich die Bewegung wieder her; dasselbe erfolgt, wenn Substanzen wie Säuren, Salze, Opium dem Wasser beigemischt werden.

Eine der Strömung in den Zellen der Charen ähnliche Bewegung in animalischen Zellen ist nicht beobachtet. Ich stelle indeß zwei Beispiele ähnlicher, geheimnißvoller Bewegung im thierischen Körper hieher, die freilich mit der Saftströmung der Pflanzen vielleicht nichts, als die Schwierigkeit sie zu erklären, gemein haben. In den sogenannten Hodenbläschen des Blutegels bewegen sich die zusammengesetzten Kugeln, die in dem flüssigen Inhalte derselben schwimmen, beständig und ziemlich rasch in einer Richtung und zu-

1 Müll. Arch. 1838. S. 147.

2 *Comptes rendus. 1841. No. 1—3.*

gleich im Kreise längs den Wänden fortschreitend, eine Bewegung, die nach dem Tode langsamer wird und bald erlischt[1]. v. Siebold fand bei einigen Bivalven in der Nähe des Ganglion centrale jederseits einen kleinen Behälter, in welchem eine kleine, helle Kugel, frei in Flüssigkeit suspendirt, sich beständig um ihre Axe bewegte, oder, in Fällen wo sie abgeplattet war, hin- und herschwankte[2]. Weder konnte Siebold im Innern dieser Behälter, noch ich an den genannten Bläschen des Blutegels flimmernde Cilien entdecken, diese Kugeln und Kügelchen des Inhaltes lagen, sobald ihr Behälter angestochen wurde, ruhig. Ob indeß der Behälter eine einfache Zelle sey, läßt sich noch bezweifeln, und bei dem Hodenbläschen der Blutegel ist es sogar unwahrscheinlich, wegen seiner Größe und seines offenen Zusammenhanges mit dem Ausführungsgange.

Zuletzt erwähne ich die räthselhaften Bewegungen der feinen, in Zellen erzeugten Fäden, die unter dem Namen der Samenthierchen bekannt sind. Diese Bewegungen hängen von den Zellen und nicht von der Flüssigkeit ab, denn sie erfolgen an den entleerten und isolirten Fäden und kommen nach der Entleerung erst recht in Gang. Sie haben durchaus den Charakter der Spontaneität und Niemand zweifelte den Spermatozoen selbstständig thierisches Leben, gleich den Infusorien, zuzuschreiben, ehe es bekannt war, daß sie allgemeine und nothwendige Bestandtheile des Samens sind, nicht nur bei Thieren, sondern auch bei Pflanzen.

Intercellularsubstanz.

Es giebt Gewebe, in welchen die Zellen und Fasern dicht zusammenliegen und selbst durch Zacken in einander greifen, so daß auf den ersten Blick keine Spur eines Bindemittels wahrzunehmen ist. Daß ein solches dennoch vorhanden sey, läßt sich wohl vermuthen und auch wirklich beweisen. Viele Substanzen lösen nämlich das Bindemittel, ohne die Zellen anzugreifen, oder sie wirken doch viel langsamer auf die letzteren. Diese trennen sich alsdann von selbst oder auf geringe Gewalt. Als Beispiel kann man die Schüpp-

1 S. meine Abhandlung über Branchiobdella in Müll. Arch. 1835. S. 586.

2 Ebendas. 1838. S. 50.

chen und Fasern der sogenannten Horngewebe anführen, die durch Schwefelsäure sogleich von einander gelöst werden. Maceration und Kochen in Wasser thut bei den weichen Geweben dieselben Dienste und löst die klebende Materie auf, welche die Bündel und Fasern, oft mit erstaunlicher Festigkeit, zusammenhält. Es ist eine noch ganz allgemein verbreitete, aber irrige Ansicht, daß die Elementarbündel eines oder verschiedener Gewebe, wie der Muskeln unter sich oder der Muskeln und Sehnen, durch Bindegewebe zusammengehalten würden, denn 1. fallen die in einer gemeinsamen Bindegewebescheide eingeschlossenen Bündel, auch wenn man die Scheide entfernt, nicht auseinander und 2. können die Bindegewebebündel nach ihrer Anordnung oft dem Zwecke, den man ihnen zuschreibt, unmöglich entsprechen.

Das Bindemittel ist Intercellularsubstanz, die in den genannten Fällen nur im Minimum vorhanden ist. Sie wird selbstständig darstellbar, wenn die Zellen oder Fasern weiter auseinandergerückt sind und größere Lücken zwischen sich lassen. Sie erscheint entweder flüssig oder fest, denn in der That ist auch das flüssige Vehikel von Zellen, also die Flüssigkeit des Blutes, der Lymphe u. a. nichts Anderes, als Intercellularsubstanz; die Grenze zwischen Säften und Geweben ist, wie schon Dutrochet aussprach, nicht streng zu ziehen und es kann die flüssige Intercellularsubstanz im Blute jeden Augenblick durch Gerinnung fest werden; auch finden wir die feste Intercellularsubstanz in sehr verschiedenen Graden der Härte. Anlangend ihr mikroskopisches Verhalten, so tritt sie in folgenden Formen auf:

1. Wasserhell, hyalinisch, in den ächten Knorpeln (Taf. V. Fig. 6, C), im Cylinderepithelium, und überall, wo sie nur in geringer Menge vorhanden ist.

2. Körnig; nach Schwann[1] ist die Intercellularsubstanz im Bindegewebe und in dem Federschafte feinkörnig.

3. Faserig. So verhält sich sehr häufig die Intercellularsubstanz der Knorpel; die Fasern sind rauh, körnig, in Essigsäure unlöslich und haben in Masse gesehen eine gelbliche Färbung. Sie sind fein, gerade und parallel in den ächten Knorpeln, breiter, dunkler, vielfach verästelt in den Faserknorpeln (Taf. V. Fig. 7). Selten und nur in den Knorpeln der letzten Art gelingt es, einzelne

1 Mikroskop. Unters. S. 200.

Fasern auf kurze Strecken zu isoliren, wie bei a in der citirten Abbildung. Die Fasern des elastischen Gewebes (Taf. II. Fig. 10. 11) sind vielleicht Kernfasern, vielleicht aber auch nur Fasern der Intercellularsubstanz, die sich aber zu einer grösseren Selbstständigkeit entwickelt und die Zellen, in deren Interstitien sie entstanden, verdrängt haben. Hieher möchte ich auch die Fasern rechnen, welche J. Müller aus dem Carcinoma alveolare abbildet[1]. Er vermuthet im Texte, daß sie aus aneinandergereihten Zellen entstanden seyen, giebt jedoch in der Erklärung der Abbildung zu, daß die Faserung auch von einem zwischen den Lagern der Zellen entwickelten Gewebe herrühren könne. Der Form der Fasern nach ist mir das Letzte wahrscheinlicher.

In chemischer Hinsicht verhält sich die Intercellularsubstanz meistens gleich den Zellen, denen sie zur Grundlage dient, doch wird sie, wie bereits bemerkt, von den Auflösungsmitteln leichter angegriffen. So widerstehen selbst in den Knorpeln die Zellen dem Knochen länger, als die feste Grundlage.

Unter den Phytotomen herrscht noch ein Streit darüber, ob die Intercellularsubstanz etwas Selbstständiges oder nur durch Verschmelzung verdickter Zellenwände entstanden sey; für die erstere Ansicht und für die höhere Bedeutung der Intercellularsubstanz hat sich besonders Mohl ausgesprochen[2]. Wenn man von den thierischen Bildungen auf die pflanzlichen schließen darf, so ist diese Ansicht gewiß die richtige. Zwar ereignete es sich auch in animalischen Geweben, namentlich in den Knorpeln, daß Zellenwand und Intercellularsubstanz verschmelzen, in den meisten Fällen haben aber die Zellen ihre eigene, feine, von der Intercellularsubstanz vollkommen geschiedene Haut. Und daß die Intercellularsubstanz nicht blos eine zum Ausfüllen bestimmte Gallert, sondern selbst formgebend sey, zeigt sich häufig an dem Cylinderepithelium, wo die Cylinder von der glashellen, homogenen Substanz nicht nur an den Seiten umgeben, sondern auch an der freien Oberfläche überragt sind, so daß eigentlich die Schicht Intercellularsubstanz die Form der Oberfläche bestimmt. Die Intercellularsubstanz ist aber auch das Ursprüngliche, identisch mit Cytoblastem; Cytoblastem ist die Materie, in und aus welcher die Zellen sich entwickeln, und was nach Voll-

1 Bau u. Formen d. Geschwülste. Taf. II. Fig. 4.

2 Meyen's Pflanzenphysiol. I, 160 ff.

endung und Umbildung der Zellen von der ursprünglichen Materie übrig bleibt, ist Intercellularsubstanz.

Lücken zwischen den Zellen, die ringsum von den Wänden anstoßender Zellen begrenzt und mit Luft oder Flüssigkeit gefüllt sind, nennt man Intercellulargänge. Sie können durch Resorption von Zellen, oder von Intercellularsubstanz, oder durch Auseinanderdrängen von Zellen entstanden seyn. Die Glandulae vesiculares der Pflanzen sind anfangs compacte Zellenmassen, mit der abgesonderten Flüssigkeit gefüllt. Später treten die Zellen in der Mitte der Drüse auseinander und es bildet sich eine Höhle, welche mit zunehmendem Alter immer größer wird und sich mit dem Secrete füllt, das die Drüsenzellen auch nach außen hin deponiren [1]. Bei den Pflanzen bilden Intercellulargänge ein durch den ganzen Organismus verzweigtes System von Röhren, hauptsächlich der Respiration bestimmt, andere kommen als Secretionsbehälter, namentlich für harz- und gummiartige Absonderungen vor. Dem Begriffe nach können Intercellulargänge keine eigene Wand haben, indeß findet sich bei Pflanzen zuweilen als Begrenzung eines Intercellularganges eine von den übrigen Zellen verschiedene Lage kleinerer Zellen [2], die man im Zusammenhange darstellen und als Wand des Intercellularganges ansehen kann.

In dem Körper der Thiere, wenigstens der höheren, ist dies die Regel; die Begrenzung der Intercellulargänge bildet sogar meistens eine mehrfache Zellenschicht, um so mächtiger, je weiter die Höhle; die äußeren Zellenlagen gehen in Fasern über und so entstehen Säcke und Canäle mit membranösen und fleischigen Wänden. Intercellulargänge ohne eigene Wände sind die Höhlen, die ich falsche seröse Säcke nenne (s. Bindegewebe), und die Augenkammern; die ächten serösen Säcke sind Intercellularräume, von einfacher Zellenlage begrenzt; an den übrigen Intercellulargängen, dem Gefäßsystem, den nach außen offenen Canälen und Ausführungsgängen der Drüsen haben die Wände sich zu vollkommener Selbstständigkeit erhoben.

Die Intercellulargänge, in welchen der Nahrungssaft circulirt, stellen ein geschlossenes System von verzweigten Röhren dar, die übrigen verzweigten Intercellulargänge stehen nach außen offen, doch

1 Meyen, a. a. O. II, 482.

2 Meyen, a. a. O. I, 319.

scheinen auch sie in früheren Lebensperioden geschlossen zu seyn und erst später, durch Dehiscenz an der Oberfläche sich zu öffnen. Die zusammengesetzten Drüsen entstehen nicht, wie man früher annahm, in der Weise, daß der Ausführungsgang aus der Oberfläche, auf welcher er mündet, hervorwächst und, gleich einem Baume, Aeste um Aeste treibt: sondern die feineren Aeste des Ausführungsganges bilden sich als Intercellulargänge in einer compacten Zellenmasse und treten erst nachher mit dem Stamme in Verbindung.

Ist unsere Deutung der feinsten Capillarnetze und der feinsten Enden der Drüsen richtig, sind es wirklich verschmolzene Mutterzellen und die Blut- und Schleimkörperchen die endogene, junge Generation, so muß man annehmen, daß Zellen sich in Intercellulargänge öffnen und die Zellenwände mit den Wänden der Intercellulargänge verschmelzen können.

Organismus.

Vor unseren Augen baut sich aus dem Inhalte einer Zelle oder aus einer anscheinend gleichartigen Masse von Körnchen ein Körper auf, in welchem die Zellen, allmählig sich mehrend und differenzirend, in gesetzmäßiger Weise zu einander geordnet und mit eigenthümlichen Kräften begabt sind. Jede dient dem Ganzen, jede ist von dem Ganzen beherrscht und jede ist nur dadurch wirksam, daß sie mit dem Ganzen in Zusammenhange steht. Die Summe der Zellen ist ein Organismus, und der Organismus lebt, so lange die Theile im Dienste des Ganzen thätig sind. Daß an dem Leben und den Functionen des Organismus der Zelleninhalt und die Intercellularsubstanz participiren, darf ich durch die vorhergehenden Untersuchungen als bewiesen ansehen.

Was ist es, das die Theile des Organismus zusammenhält und die typische Entwickelung der einzelnen bedingt? Auf diese letzte Frage unserer Wissenschaft wage ich nicht, hier tiefer einzugehen, und betrachte meine Aufgabe als gelöst, wenn es mir gelang, die Materialien zu einer allgemeinen Physiologie zu vermehren und zu ordnen.

Nur gegenüber den Versuchen und Hoffnungen der neuesten Zeit, die Entwickelung und die Lebenserscheinungen des Organismus auf physikalische Gesetze zurückführen, möchte ich mit zwei Worten auf den Unterschied der im Organismus wirkenden Kraft von den Kräften der todten Natur hinweisen. Sie unterscheidet sich schon durch

die Combinationen der Elemente, die unter ihrem Einflusse zu Stande kommen, durch ihre Fähigkeit sich ohne Verlust an Intensität zu vervielfältigen oder über eine immer größere Masse von Materie auszubreiten, vor Allem aber durch ihr Bestehen über dem Wechsel der Materie. Die morphologischen Elementartheile dienen dem Organismus nur eine Zeit lang, dann stoßen sie sich ab oder werden aufgelöst, und wenn sie nicht im Ganzen und wahrnehmbar absterben, so existiren sie doch nicht ohne beständige Erneuerung ihrer Substanz. Die im Organismus wirkende Kraft ist also nicht blos die Summe oder das Product der Kräfte seiner einzelnen Bestandtheile, denn sie überdauert diese Bestandtheile. Man darf sie sich auch nicht vorstellen wie eine Kraft, welche ein Atom dem andern, gleichsam seinem Nachfolger, übertrüge, etwa wie Wärme und Elektricität von einem Stoffe auf den andern übergeführt werden: denn die Erneuerung erfolgt in bestimmten, von außen in einem gewissen Grade unabhängigen Absätzen und endet mitten unter den Verhältnissen, welche sie bis dahin zu begünstigen, ja zu bedingen schienen, sie erfolgt auch mehr oder minder vollkommen nach dem ursprünglichen Typus, wenn äußere Zufälligkeiten die Materie, die man sich eben als den Träger oder Ueberträger der Kraft denken wollte, zum Theil vernichtet haben. Der Salamander, dem man ein Glied amputirt, verrichtet nicht nur ungestört seine übrigen Functionen, er erzeugt auch das Glied wieder. Diese Kraft wirkt aber nicht blos über die Elementartheile Eines Organismus, sie wirkt auch über die einzelnen Organismen hinaus; wie die Elementartheile am Organismus, so sind die Organismen an der Gattung vergänglich, und wie im Organismus die Elementartheile sich nach dem ursprünglichen Typus und bis zu einem bestimmten Punkte unabhängig von den vorhandenen Elementartheilen regeneriren, so wird auch die Form des gezeugten Individuums nicht blos durch die zeugenden Organismen bestimmt. Verstümmelte Eltern erzeugen vollkommene Kinder.

Was den Organismus formt und erhält (man hat es Lebenskraft, organisirende Kraft, Bildungstrieb u. s. f. genannt), ist also nicht eine Kraft im Sinne der Physiker, die durch die Existenz der Materie nothwendig und unbedingt gesetzt und an die Materie gebunden ist; es geht nicht unter mit den Individuen; aber es zeigt sich in den einzelnen Arten oder wenigstens Gattungen der belebten Wesen so ursprünglich und constant verschieden, daß man die speci-

sischen Bildungen nicht ansehen kann als hervorgegangen aus dem Conflict eines einfachen und allgemeinen organisirenden Princips mit den mannichfachen Agentien der leblosen Schöpfung. Ich glaube daher dies im Organismus wirksame Princip am besten als Idee der Gattung zu bezeichnen und möchte dadurch ausdrücken, was dieses Princip charakterisirt: einerseits die Spontaneität, die Unabhängigkeit von der Materie; andererseits die concrete Natur desselben. Die Idee der Gattung ist gleichsam die vorgebildete Form, in welche der Keim, der sich zum Organismus entwickelt, hineinwächst.

Man kann in der Physiologie die teleologischen Erklärungen nicht entbehren, denn die Processe der Ernährung und Regeneration sind nur zu begreifen aus dem Ziele, welches sie verfolgen. Das Wachsen der Haare, der Nägel u. a. ist typisch beschränkt, es werden also eine gewisse Zeit über neue Zellen im Haarbalge, im Falze des Nagels erzeugt, welche die älteren nach außen drängen, und dann tritt Ruhe ein. Man schneidet Haare und Nägel an der Spitze und die Erzeugung der neuen Zellen dauert fort und fort. Kann man in Thatsachen der Art, deren Zahl sich leicht vervielfältigen ließe, etwas Anderes sehen, als ein Streben des Organismus, die Form darzustellen, welche die Idee der Gattung ihm vorzeichnet?

Nur vor dem Mißbrauche der teleologischen Erklärungen, wie er seit Jahrhunderten in unserer Wissenschaft herrscht, ist zu warnen. Erkennen wir im Organismus eine nach Zwecken wirkende Kraft, so beurtheilen wir sie gar zu gern nach unserem beschränkten Wissen, wir schmeicheln uns zu bald, ihr ihre Intentionen abgelauscht zu haben, oder wir trauen ihr eine Willkürlichkeit zu, die uns der Mühe überheben soll, ihren Gedankengang von Satz zu Satz nachzudenken. Der Begriff der Reaction in der Physiologie kann auch noch in seiner heutigen Gestalt als Beleg dafür dienen. Der Organismus sucht sich der Außenwelt gegenüber zu behaupten, er weiß eingedrungene Schädlichkeiten zu entfernen; daß er aber zu dem Ende in Fieber verfalle oder das Blut nach der gereizten Stelle treibe oder Schmerz empfinde, ist eine Erklärung, die sich nur so lange halten kann, als man sich dabei beruhigen will.

Die Idee der Gattung strebt nach einem Ziele, aber nach diesem strebt sie mit Nothwendigkeit. Der leblosen Natur gegenüber ist der Organismus sich selbst bestimmend, entwickelt sich mit Spontaneität, an und für sich ist aber die Entwickelung eine nothwen-

dige, von Anfang an und im Keim gegebene. Bei dem Conflict der im Organismus waltenden Kräfte mit den physikalisch-chemischen sind daher die Resultate ebenso nothwendig, als bei dem Conflict der physikalisch-chemischen Kräfte unter sich. Der Unterschied liegt darin, daß zwei todte Körper, aufeinander wirkend, ihren actuellen Zustand verändern und in der Veränderung beharren, daß dagegen mit der Alteration der organischen Substanz auch ihre fernere Entwickelung geändert, die Idee der Gattung gleichsam von ihrem Wege abgelenkt wird. Wenn die Außenwelt dem Organismus *nichts* Anderes darböte, als die Materien, die er in Substanz seiner *selbst* umzuwandeln bestimmt und ausgerüstet ist, so würde er mit manchen unentwickelten Fähigkeiten, aber in idealer Vollkommenheit und Gleichmäßigkeit wachsen und sterben. Indem er aber zum Behuf der typischen Erneuerung seiner Bestandtheile mit der Außenwelt in Wechselwirkung gesetzt wurde, ist er auch einer Menge von Agentien zugänglich geworden, deren störenden Eingriff er nicht immer auszugleichen vermag. Nun wird, wenn man so sagen darf, das Material, womit die Idee der Gattung operirt, ein anderes; seine Beziehungen zu der leblosen Schöpfung werden andere. Schon der Keim, ein Erzeugniß des von der idealen Form abgewichenen Organismus, enthält den Grund abnormer Reaction und neuer abnormer Entwickelung, und so zuletzt also, durch den Conflict der Idee der Gattung mit den Kräften der leblosen Schöpfung, entstehen individuelle Verschiedenheiten, Idiosynkrasien, krankhafte Anlagen, Krankheiten.

Die Physiologie muß unterscheiden und zu ermitteln suchen, wie weit die Lebenserscheinungen und Reactionen durch die ursprüngliche Organisation und das Streben nach dem ursprünglich vorgesteckten Ziele, wie weit durch den Einfluß der Außenwelt auf die lebende Substanz bedingt sind. Dieses Ziel ist schwer zu erreichen, aber sie wird schon dadurch eine würdigere Gestalt gewinnen, daß sie sich desselben bewußt bleibt.

Zweiter Theil.

Von dem Baue und den Functionen der einzelnen Gewebe.

Von der Oberhaut, Epithelium.

Alle freien Oberflächen des Körpers sind mit einer mehr oder minder mächtigen Schicht isolirter kernhaltiger Zellen überzogen, die ein Gewebe darstellen, welches man unter dem allgemeinen Namen der Oberhaut, Epithelium, begreift. Eine solche Bekleidung findet sich nicht nur auf der äußeren Haut, nebst deren zahlreichen Einstülpungen bis in die feinsten Verästelungen dieser Einstülpungen, sondern auch auf den Wänden geschlossener Höhlen des Körpers, mögen sie leer seyn, wie die größeren serösen Säcke, die Ventrikel des Gehirns, oder Flüssigkeiten enthalten, wie die Synovialkapseln, das Herz, die Blut- und Lymphgefäße. Eine Ausnahme machen nur die seitlichen und hinteren Wände der Augenkammern und die Wände der größeren Höhlen, die man hier und da im Zellgewebe findet und mit dem Namen der Schleimbeutel, Sehnenscheiden bezeichnet hat. Dagegen kommen hier und da auch zwischen Geweben und Organen in der Tiefe des Körpers, namentlich beim Fötus, z. B. an der Grenze des Zahnkeimes, der Chorda dorsalis, und beim Erwachsenen zwischen den Häuten des Auges Schichten isolirter Zellen vor, welche nicht zum Systeme der Oberhaut gehören, wenn man diese als ein freiliegendes, membranförmig ausgebreitetes Gewebe aus Zellen charakterisirt.

Von der äußeren Haut ist es leicht, eine Lage zu trennen,
e bei Verletzung weder schmerzt, noch blutet, und sich dadurch als
fäß- und nervenlos erweist. Sie trennt sich durch Maceration
nd durch Brühen von selbst nach dem Tode und wird während
s Lebens oft durch Ansammlung von Eiter oder Serum in Gestalt
on Blasen erhoben. Diese Oberhaut wird Epidermis genannt.
nter denselben Umständen läßt sich auch auf den Anfängen einiger
Schleimhäute, namentlich in der Mundhöhle und der Speiseröhre, am
Eingange der Nase und der Scheide, eine der äußeren Oberhaut
hnliche gefäß- und nervenlose Schicht darstellen, und da sie sich
i Thieren hier und da auf einzelnen Partien der Schleimhäute
ndet, wo sie beim Menschen nicht nachgewiesen werden konnte,
B. im Magen der Pferde und körnerfressenden Vögel, so wurde
on Vielen die Ansicht ausgesprochen, daß alle Schleimhäute eine
berhaut besitzen. Man nannte sie, um sie von der Oberhaut der
ßeren Haut zu unterscheiden, Epithelium. Der Analogie nach
ein solches von Einzelnen auch auf den serösen Häuten und auf
inneren Oberfläche der Gefäße angenommen worden. Der Be-
is ihrer Existenz konnte nur durch die mikroskopische Untersuchung
führt werden, sowie durch diese auch die Irrthümer berichtigt
rden mußten, welche über die Structur und physiologische Be-
eutung der Oberhaut sich gebildet hatten. Da sie gefäß- und
ervenlos ist, so galt sie Vielen überhaupt für unorganisirt, für
inen structurlosen, schichtenweise abgesonderten und erhärteten
Schleim, der den darunter gelegenen, organisirten Theilen nur zur
hützenden Decke diene. Die gefäßreiche Haut, welche zunächst
ter der Oberhaut sich ausbreitet, wurde für das Absonderungs-
gan des Schleimes gehalten und Matrix genannt. Da aber die
erhaut einen eigenthümlichen und zusammengesetzten Bau hat,
ihre Elemente sich auf derselben Hautfläche hier so und dort
rs gestalten, da sie wachsen und sich chemisch verändern, so
die Oberhaut nicht ein bloßes Absonderungsproduct der gefäß-
nervenreichen Fläche seyn, auf welcher sie liegt; sie bildet sich
ehr, wie jedes organische Gewebe, unter dem Einflusse des
mtorganismus nach eigenen Gesetzen und die sogenannte
rix liefert aus ihren Gefäßen nur das Bildungsmaterial, die
itio sine qua non, zur Erzeugung der Oberhaut. Deshalb
st diese schichtweise von der Matrix her und deswegen wächst
icht mehr und stirbt ab, wenn die Matrix in der Art erkrankt,

daß die Blutströmung durch dieselbe verhindert wird. Demnach ist aber auch die physiologische Bedeutung der Oberhaut nicht allein, ein schützender Ueberzug der Matrix zu seyn. Gleich jeder anderen organischen Zelle kann auch die Zelle der Oberhaut, indem sie sich aus dem Blute ernährt, gewissen Zwecken des Ganzen dienen, der Absonderung, der Aufnahme von Stoffen, und, wie sich zeigen wird, selbst der Bewegung.

Structur.

Die einfachsten Elemente der Oberhaut sind Zellen mit einem Kerne, die aber weder in der Form, noch in der chemischen Zusammensetzung überall und zu allen Zeiten einander gleichen. Am constantesten ist der Kern (Taf. I. Fig. 1, b. 3, c. 4, B und C. a. 8, c. und an anderen Stellen), er ist rundlich oder oval, von 0,002—0,003‴ Durchmesser [1], mehr oder minder platt, meistens farblos, zuweilen

[1] Folgendes sind die Maaße der Kerne der Epitheliumzellen in verschiedenen Regionen. Für die ovalen sind beide Durchmesser angegeben:

Epidermis	der Glans penis, tiefe Schicht	0,0020‴—0,0022‴ / 0,0040‴
—	der Fußsohle, tiefe Schicht	0,0012‴—0,0018‴ / 0,0026‴
—	der Conjunctiva, tiefe Schicht	0,0023‴—0,0032‴
—	der Zunge, obere Schicht	0,0020‴—0,0042‴
—	der Zunge, mittlere Schicht	0,0020‴—0,0027‴
—	der Zunge, tiefste Schicht	0,0013‴—0,0022‴
—	des Mundes, oberste Schicht	0,0011‴—0,0016‴ / 0,0030‴—0,0050‴
—	der Scheide, oberste Schicht	0,0040‴
Epithelium	der Trachea	0,0016‴
—	des Uterus	0,0027‴—0,0030‴
—	des Uterus (ovale)	0,0018‴ / 0,0045‴
—	des Thränenganges	0,0027‴—0,0032‴
—	der Thränenröhrchen	0,0020‴—0,0030‴
—	der Speichelgänge	0,0024‴
—	der Milchdrüsen	0,0022‴
—	der Pleura, des Peritonäum	0,0040‴
—	der Pleura, des Periton. (ovale)	0,0025‴ / 0,0030‴
—	der Arachnoidea (oval) im längsten Durchm.	0,0050‴
—	Plexus choroidei	0,0025‴
—	der Hirnventrikel	0,0030‴.

aber blaß röthlich gefärbt, wie Blutkügelchen, in der Regel mit einem oder zwei kleinen, punktförmigen Kernkörperchen versehen, welche einen Durchmesser von 0,0002—0,0008‴ haben. Außer diesen, durch ihre dunkeln Contouren auffallenden Körnchen kommen auch unregelmäßig zerstreute, feinere und blassere Körnchen in wechselnder Anzahl in dem Kerne vor. Nicht selten ist der Rand desselben auffallend dunkel, wie wulstig, und es findet sich dann nach innen von demselben eine zweite concentrische, aber hellere Kreislinie, so daß das Ganze wie eine Scheibe mit erhabenem Umfange erscheint (Taf. I. Fig. 5. 8). Der Kern ist in Essigsäure, in kaustischem und kohlensaurem Ammoniak unlöslich, löst sich aber in kaustischem und kohlensaurem Kali.

Die Zelle ist meistens wasserhell und farblos, doch auch oft mit kleinen Pünktchen besetzt. Ob sie hohl und mit Flüssigkeit gefüllt, also eine wahre Zelle, oder eine solide Kugel sey, ist durch das Ansehen nicht leicht auszumachen. Wäre sie hohl und die Zellenwand dick genug, so müßte man den Contour der letzteren in Form zweier concentrischer Kreise unterscheiden, deren Entfernung von einander gleich der Dicke der Wand wäre. Da dies nicht der Fall ist, so muß man schließen, daß entweder keine Höhle im Innern vorhanden oder die Zellenmembran so fein ist, daß sie nur als eine einfache Linie sich darstellt. Das Letzte ist der Analogie nach wahrscheinlicher und bei jüngeren Zellen gelingt es auch, die Wand zu sprengen, worauf eine lymphatische Flüssigkeit sich ergießt (Purkinje[1]) und zuweilen der Kern austritt (Vogel[2]). Wenn die Zelle rundlich und hinreichend groß ist, so sieht man, daß der Kern excentrisch ist und in der Wand derselben liegt. Bei den platten Zellen ragt er gewöhnlich auf beiden Seiten hervor. Die Größe und Form der Zellen ist sehr verschieden. Bald umgiebt ihr äußerer Umfang wie ein concentrischer Kreis den Zellenkern ganz dicht, bald übertrifft sie den Durchmesser desselben um das 6—7fache. Der Form der Zelle nach kann man drei verschiedene Arten der Oberhaut unterscheiden:

1. Die Zelle wiederholt im Allgemeinen die Contouren des Kerns, indem sie nur mehr oder minder weit ist und also dem Kerne entweder dicht anliegt oder eine geräumige Blase um den-

1 Raschkow, meletemata. p. 12.

2 Eiter und Eiterung. S. 89.

Zweiter Theil.

Von dem Baue und den Functionen der einzelnen Gewebe.

Von der Oberhaut, Epithelium.

Alle freien Oberflächen des Körpers sind mit einer mehr oder minder mächtigen Schicht isolirter kernhaltiger Zellen überzogen, die ein Gewebe darstellen, welches man unter dem allgemeinen Namen der Oberhaut, Epithelium, begreift. Eine solche Bekleidung findet sich nicht nur auf der äußeren Haut, nebst deren zahlreichen Einstülpungen bis in die feinsten Verästelungen dieser Einstülpungen, sondern auch auf den Wänden geschlossener Höhlen des Körpers, mögen sie leer seyn, wie die größeren serösen Säcke, die Ventrikel des Gehirns, oder Flüssigkeiten enthalten, wie die Synovialkapseln, das Herz, die Blut- und Lymphgefäße. Eine Ausnahme machen nur die seitlichen und hinteren Wände der Augenkammern und die Wände der größeren Höhlen, die man hier und da im Zellgewebe findet und mit dem Namen der Schleimbeutel, Sehnenscheiden bezeichnet hat. Dagegen kommen hier und da auch zwischen Geweben und Organen in der Tiefe des Körpers, namentlich beim Fötus, z. B. an der Grenze des Zahnkeimes, der Chorda dorsalis, und beim Erwachsenen zwischen den Häuten des Auges Schichten isolirter Zellen vor, welche nicht zum Systeme der Oberhaut gehören, wenn man diese als ein freiliegendes, membranförmig ausgebreitetes Gewebe aus Zellen charakterisirt.

Von der äußeren Haut ist es leicht, eine Lage zu trennen, die bei Verletzung weder schmerzt, noch blutet, und sich dadurch als gefäß- und nervenlos erweist. Sie trennt sich durch Maceration und durch Brühen von selbst nach dem Tode und wird während des Lebens oft durch Ansammlung von Eiter oder Serum in Gestalt von Blasen erhoben. Diese Oberhaut wird Epidermis genannt. Unter denselben Umständen läßt sich auch auf den Anfängen einiger Schleimhäute, namentlich in der Mundhöhle und der Speiseröhre, am Eingange der Nase und der Scheide, eine der äußeren Oberhaut ähnliche gefäß- und nervenlose Schicht darstellen, und da sie sich bei Thieren hier und da auf einzelnen Partien der Schleimhäute findet, wo sie beim Menschen nicht nachgewiesen werden konnte, z. B. im Magen der Pferde und körnerfressenden Vögel, so wurde von Vielen die Ansicht ausgesprochen, daß alle Schleimhäute eine Oberhaut besitzen. Man nannte sie, um sie von der Oberhaut der äußeren Haut zu unterscheiden, Epithelium. Der Analogie nach ist ein solches von Einzelnen auch auf den serösen Häuten und auf der inneren Oberfläche der Gefäße angenommen worden. Der Beweis ihrer Existenz konnte nur durch die mikroskopische Untersuchung geführt werden, sowie durch diese auch die Irrthümer berichtigt werden mußten, welche über die Structur und physiologische Bedeutung der Oberhaut sich gebildet hatten. Da sie gefäß- und nervenlos ist, so galt sie Vielen überhaupt für unorganisirt, für einen structurlosen, schichtenweise abgesonderten und erhärteten Schleim, der den darunter gelegenen, organisirten Theilen nur zur schützenden Decke diene. Die gefäßreiche Haut, welche zunächst unter der Oberhaut sich ausbreitet, wurde für das Absonderungsorgan des Schleimes gehalten und Matrix genannt. Da aber die Oberhaut einen eigenthümlichen und zusammengesetzten Bau hat, da ihre Elemente sich auf derselben Hautfläche hier so und dort anders gestalten, da sie wachsen und sich chemisch verändern, so kann die Oberhaut nicht ein bloßes Absonderungsproduct der gefäß- und nervenreichen Fläche seyn, auf welcher sie liegt; sie bildet sich vielmehr, wie jedes organische Gewebe, unter dem Einflusse des Gesammtorganismus nach eigenen Gesetzen und die sogenannte Matrix liefert aus ihren Gefäßen nur das Bildungsmaterial, die Conditio sine qua non, zur Erzeugung der Oberhaut. Deshalb wächst diese schichtweise von der Matrix her und deswegen wächst sie nicht mehr und stirbt ab, wenn die Matrix in der Art erkrankt,

daß die Blutströmung durch dieselbe verhindert wird. Demnach ist aber auch die physiologische Bedeutung der Oberhaut nicht allein, ein schützender Ueberzug der Matrix zu seyn. Gleich jeder anderen organischen Zelle kann auch die Zelle der Oberhaut, indem sie sich aus dem Blute ernährt, gewissen Zwecken des Ganzen dienen, der Absonderung, der Aufnahme von Stoffen, und, wie sich zeigen wird, selbst der Bewegung.

Structur.

Die einfachsten Elemente der Oberhaut sind Zellen mit einem Kerne, die aber weder in der Form, noch in der chemischen Zusammensetzung überall und zu allen Zeiten einander gleichen. Am constantesten ist der Kern (Taf. I. Fig. 1, b. 3, c. 4, B und C. a. 8, c. und an anderen Stellen), er ist rundlich oder oval, von 0,002—0,003‴ Durchmesser [1], mehr oder minder platt, meistens farblos, zuweilen

[1] Folgendes sind die Maaße der Kerne der Epitheliumzellen in verschiedenen Regionen. Für die ovalen sind beide Durchmesser angegeben:

Epidermis	der Glans penis, tiefe Schicht	$\frac{0{,}0020''' — 0{,}0022'''}{0{,}0040'''}$
—	der Fußsohle, tiefe Schicht	$\frac{0{,}0012''' — 0{,}0018'''}{0{,}0026'''}$
—	der Conjunctiva, tiefe Schicht	0,0023‴ — 0,0032‴
—	der Zunge, obere Schicht	0,0020‴ — 0,0042‴
—	der Zunge, mittlere Schicht	0,0020‴ — 0,0027‴
—	der Zunge, tiefste Schicht	0,0013‴ — 0,0022‴
—	des Mundes, oberste Schicht	$\frac{0{,}0011''' — 0{,}0016'''}{0{,}0030''' — 0{,}0050'''}$
—	der Scheide, oberste Schicht	0,0040‴
Epithelium	der Trachea	0,0016‴
—	des Uterus	0,0027‴ — 0,0036‴
—	des Uterus (ovale)	$\frac{0{,}0018'''}{0{,}0045'''}$
—	des Thränenganges	0,0027‴ — 0,0032‴
—	der Thränenröhrchen	0,0020‴ — 0,0030‴
—	der Speichelgänge	0,0024‴
—	der Milchdrüsen	0,0022‴
—	der Pleura, des Peritonäum	0,0040‴
—	der Pleura, des Periton. (ovale)	$\frac{0{,}0025'''}{0{,}0030'''}$
—	der Arachnoidea (oval) im längsten Durchm.	0,0050‴
—	Plexus choroidei	0,0025‴
—	der Hirnventrikel	0,0030‴.

aber blaß röthlich gefärbt, wie Blutkügelchen, in der Regel mit einem oder zwei kleinen, punktförmigen Kernkörperchen versehen, welche einen Durchmesser von 0,0002—0,0008''' haben. Außer diesen, durch ihre dunkeln Contouren auffallenden Körnchen kommen auch unregelmäßig zerstreute, feinere und blassere Körnchen in wechselnder Anzahl in dem Kerne vor. Nicht selten ist der Rand desselben auffallend dunkel, wie wulstig, und es findet sich dann nach innen von demselben eine zweite concentrische, aber hellere Kreislinie, so daß das Ganze wie eine Scheibe mit erhabenem Umfange erscheint (Taf. I. Fig. 5. 8). Der Kern ist in Essigsäure, in kaustischem und kohlensaurem Ammoniak unlöslich, löst sich aber in kaustischem und kohlensaurem Kali.

Die Zelle ist meistens wasserhell und farblos, doch auch oft mit kleinen Pünktchen besetzt. Ob sie hohl und mit Flüssigkeit gefüllt, also eine wahre Zelle, oder eine solide Kugel sey, ist durch das Ansehen nicht leicht auszumachen. Wäre sie hohl und die Zellenwand dick genug, so müßte man den Contour der letzteren in Form zweier concentrischer Kreise unterscheiden, deren Entfernung von einander gleich der Dicke der Wand wäre. Da dies nicht der Fall ist, so muß man schließen, daß entweder keine Höhle im Innern vorhanden oder die Zellenmembran so fein ist, daß sie nur als eine einfache Linie sich darstellt. Das Letzte ist der Analogie nach wahrscheinlicher und bei jüngeren Zellen gelingt es auch, die Wand zu sprengen, worauf eine lymphatische Flüssigkeit sich ergießt (Purkinje[1]) und zuweilen der Kern austritt (Vogel[2]). Wenn die Zelle rundlich und hinreichend groß ist, so sieht man, daß der Kern excentrisch ist und in der Wand derselben liegt. Bei den platten Zellen ragt er gewöhnlich auf beiden Seiten hervor. Die Größe und Form der Zellen ist sehr verschieden. Bald umgiebt ihr äußerer Umfang wie ein concentrischer Kreis den Zellenkern ganz dicht, bald übertrifft sie den Durchmesser desselben um das 6—7fache. Der Form der Zelle nach kann man drei verschiedene Arten der Oberhaut unterscheiden:

1. Die Zelle wiederholt im Allgemeinen die Contouren des Kerns, indem sie nur mehr oder minder weit ist und also dem Kerne entweder dicht anliegt oder eine geräumige Blase um den-

1 Raschkow, meletemata. p. 12.

2 Eiter und Eiterung. S. 89.

selben bildet. Das Epithelium, welches aus solchen Zellen zusammengesetzt ist, nenne ich Pflasterepithelium. Es ist die verbreitetste Form, zugleich die einzige, welche durch eine eigenthümliche chemische Umwandlung der Zellen und durch Anhäufung von vielen Schichten die Dicke und Festigkeit erhält, welche Anlaß gab, die Oberhaut als einen schützenden Ueberzug zu betrachten.

2. Die Zellen haben eine cylindrische oder konische Gestalt, mit gegen die Schleimhaut gerichteter Spitze, sie stehen daher wie Fasern nebeneinander. Der Kern liegt meistens mitten zwischen der Basis und der Spitze des Kegelchens. Die so beschaffenen Zellen setzen das Cylinderepithelium zusammen.

3. Aus ganz ähnlichen, cylinder= oder kegelförmigen Zellen besteht auch das Flimmerepithelium, dessen Elemente sich nur durch die Cilien auszeichnen, welche sie auf dem freien, breiteren Ende tragen.

Uebrigens sind diese Formen nicht streng von einander geschieden, sondern es finden sich Mittelstufen, z. B. ovale Zellen, die mit dem längsten Durchmesser senkrecht auf die Schleimhaut stehen. Niemals tritt auf einer Schleimhautfläche die eine Form plötzlich neben der anderen auf und immer geschieht der Uebergang allmählig durch solche Zwischenformen, die man, wenn sie in größerer Strecke vorkommen, als Uebergangsepithelium bezeichnen kann. Aber es finden sich Uebergänge nicht blos zwischen den einzelnen Formen der Oberhautzellen, sondern auch zwischen diesen und den Elementen anderer Gewebe, z. B. des Bindegewebes, des Drüsengewebes u. s. f., wie sich im Verlaufe der folgenden Untersuchungen ergeben wird.

Das chemische Verhalten der Oberhautzellen ist nach dem Alter und der Entwickelungsstufe derselben, sowie nach der Stelle, welche sie einnehmen, verschieden und wird bei den einzelnen Arten der Oberhaut näher betrachtet werden.

Die Art, wie die Zellen der Oberhaut zu zusammenhängenden Membranen verbunden sind, wechselt nach der Form der Zellen. Im Pflasterepithelium liegen sie oft genau aneinander, sie platten sich alsdann gegenseitig ab und werden polyedrisch, wie die Elemente des sogenannten Pflanzenzellgewebes. In diesem Falle bleiben keine merklichen Zwischenräume übrig, doch finden sich auch wohl hier geringe Quantitäten einer die Zellen verbindenden Intercellularsubstanz. Durch Maceration in Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure oder in Liq. Kali caustici scheint sich dieselbe aufzulösen,

und die einzelnen Zellen lösen sich alsdann leichter von einander. Deutlich sichtbar ist die Intercellularsubstanz zwischen den rundlichen Pflasterzellen, den cylindrischen und flimmernden Epitheliumzellen. Sie füllt die Räume zwischen den spitzen, der Matrix zugekehrten Enden der konischen Körperchen aus und überragt im Cylinderepithelium selbst die breiten freien Enden derselben, so daß diese gleichsam in Höhlen der Intercellularsubstanz aufgenommen werden. Betrachtet man nämlich ein Cylinderepithelium von der freien Fläche, so sieht man Zwischenräume, welche von einer homogenen Substanz ausgefüllt werden [1]. Von der Seite gesehen, erscheint eine ununterbrochene Linie, welche in kurzer Entfernung über die quer abgestutzten freien Enden der konischen Zellen weggeht. Zuweilen gelingt es sogar, diese Lage von Intercellularsubstanz als ein zusammenhängendes Stratum abzuziehen: dann ist seine äußere Oberfläche glatt, die innere mit Falten, welche wie Maschen untereinander zusammenhängen, und mit einzelnen, längeren, spitzen Fortsätzen versehen, die von den Winkeln abgehen, in welchen die Falten zusammenstoßen. Die Falten und Spitzen sind gleichsam ein Abguß der Räume, welche die konischen Körperchen zwischen sich lassen.

Um die Elemente des Epithelium zu untersuchen, wo seine Zartheit nicht erlaubt, es in Massen abzuziehen, ist es am bequemsten, den schleimartigen Ueberzug der Hautflächen mit einem Scalpell leise abzustreichen und mit Wasser verdünnt unter das Mikroskop zu bringen. Man erhält dann, je nach dem Grade der Auflösung und nach der Art der Behandlung, theils einzelne Elemente, theils größere Hautfragmente, die oft wie formloser Schleim aussehen und sich erst im Wasser zu dünnen, schon mit bloßem Auge wahrnehmbaren Häutchen entfalten. Manche Stellen sind schon am lebenden Körper immer von einem solchen schleimigen Ueberzuge, d. h. von abgestoßenen Lagen von Epithelium bedeckt, wie die Schleimhaut des Mundes, des Naseneinganges, der Scheide. An anderen ist es gut, einen gewissen Grad der Maceration abzuwarten, der im Winter gewöhnlich 2—3 Tage nach dem Tode eintritt. Nach längerer Zeit, zuweilen aber auch schon früher, zersetzt sich besonders das Cylinder- und Flimmerepithelium so, daß man die Elemente nicht leicht mehr erkennt. Da indeß bei dieser Methode eine Täuschung möglich ist, indem das losmacerirte Epithelium

[1] Meine Symbolae ad anat. villorum. Fig. 8.

einer Stelle an eine niedriger gelegene herabfließen kann, so ist es gut, auch die Häute möglichst frisch abzupräpariren, zusammenzufalten, so daß die freie Fläche nach außen kommt, und den umgeschlagenen Rand mit dem Mikroskop zu betrachten. Auf diese Weise ist es auch möglich, die Dicke des Epithelium zu messen und an verschiedenen Körperstellen zu vergleichen. Eine günstige Gelegenheit zur Untersuchung bieten auch manche Epithelien in gewissen Lebensperioden und in Krankheiten dadurch, daß sie sich freiwillig in Masse abstoßen, so z. B. das Epithelium des Darmes kurze Zeit nach der Geburt und nach gastrischen Fiebern.

1. Pflasterepithelium.

Die einfachste Form desselben ist diejenige, welche die inneren Wände von Höhlen überzieht, in denen Eingeweide beweglich aufgehängt sind, und die äußere Oberfläche der Eingeweide, welche frei in diesen Höhlen liegen. Man bezeichnet die glatten glänzenden Oberflächen an den genannten Stellen mit dem Namen der serösen Ueberzüge oder serösen Häute. Von der Bildung und Bedeutung derselben kann erst später die Rede seyn. Das Epithelium macht nur eine und zwar die innerste Schicht derselben aus. Es ist ganz gleich beschaffen auf den serösen Häuten der Brust, des Bauches und des Hoden, ferner auch auf der hinteren Fläche der Cornea. Schabt man an irgend einer Stelle, entweder an der inneren Oberfläche der Körperhöhlenwände oder an der äußeren Fläche derjenigen Organe, welche einen serösen Ueberzug erhalten, mit dem Scalpell leicht über die seröse Haut hin und bringt die abgekratzte, schleimartige Materie unter das Mikroskop, so sieht man theils einzelne, plattrundliche Zellen, theils hautartige Stückchen, in welchen diese Zellen, nach Art der zierlichsten Mosaik, nebeneinander gefügt sind (Taf. I. Fig. 1). Der Kern liegt in der Regel in der unteren Wand der blassen Zelle. Er ist bald rund, bald oval, im Allgemeinen körnig, doch zeichnen sich immer ein oder zwei Kernkörperchen durch Größe und Dunkelheit aus. Die Zellen sind von verschiedener Größe, am kleinsten auf der Oberfläche des Herzens, größer auf der inneren Fläche des Herzbeutels und der Pleura, am größten auf der hinteren Wand der Hornhaut, auf dem Bauchfell und der Scheidenhaut des Hodens, wo sie einen Durchmesser von 0,006—0,007‴ erreichen. So lange sie dicht

zusammen liegen, sind nur die Kerne deutlich und die Zellen schwer zu sehen. An isolirten Elementen ist aber der blasse Contour der Zelle um den Kern sichtbar. Durch verdünnte Essigsäure quillt die Zelle auf, zieht sich von dem Kerne zurück, und man sieht alsdann selbst an zusammenhängenden Stücken die Grenzen der Zellen als blasse, eckige, netzförmig verbundene Linien, Räume einschließend, in deren Mittelpunkte der Kern sich befindet. Auf dem umgeschlagenen Rande der genannten serösen Häute bildet das Epithelium eine sehr helle, körnige Schicht, die gleich dem verticalen Durchmesser der Zellen und etwa 0,0007‴—0,0010‴ stark ist.

Vielleicht kommt eine ähnliche Oberhaut auch an der inneren Fläche des häutigen Labyrinthes und namentlich der halbcirkelförmigen Canäle vor. Es ist schwer, darüber zu entscheiden, weil die Canäle außen von Bindegewebebündeln mit Kernen und von Capillargefäßen mit Kernen bedeckt sind und die innerste Lage sich nicht wohl isolirt betrachten läßt. An einzelnen zerrissenen Stellen sah ich indeß einigemal regelmäßig nebeneinanderliegende Zellen hervortreten, die auf der inneren Wand gelegen zu haben schienen. Pappenheim[1] beschreibt an den Wänden des häutigen Labyrinthes Zellenlagen, die er auch an einigen Stellen Epithelium nennt. Bei der in seinem Buche herrschenden Unordnung ist es aber unmöglich, zu ermitteln, an welcher Stelle sie sich befinden sollen, ja nach S. 46. 3. scheint es, als ob die Zellenschicht noch von Bindegewebe und Gefäßen bedeckt sey. An den Wänden des knöchernen Labyrinthes sah ich nur Bindegewebe (Periosteum), keine Oberhaut. Pappenheim unterscheidet Periosteum, Schleimhaut und Pflasterepithelium.

Von derselben Gestalt, wie auf den serösen Häuten, ist die Oberhaut auf einigen Schleimhäuten, mit welchem Namen wir vorläufig die Wände derjenigen inneren Canäle und Höhlen bezeichnen, welche von außen zugänglich sind. Im Allgemeinen ist die Oberhaut der Schleimhäute um so feiner und um so ähnlicher der Oberhaut seröser Membranen, je feiner die Schleimhaut selber. So ist namentlich das Epithelium auf der Schleimhaut der Paukenhöhle, sowie in den feinen Ausführungsgängen vieler Drüsen (Schweiß-, Schleim-, Milchdrüsen) und in den Drüsencanälen selbst, so

1 Gewebelehre des Gehörorgans. S. 42 ff.

weit es als Epithelium betrachtet werden kann, aus einer einfachen Lage sehr kleiner, kugeliger Zellen gebildet.

An diese einfachste Form schließt sich zunächst das Epithelium der Gefäße, welches das Herz, die Arterien, Venen und Lymphgefäße auskleidet und sich erst in den feinsten capillaren Aesten verliert. Sehr häufig hat es ganz denselben Bau, wie das Epithelium der serösen Häute, in anderen Fällen sind die Kerne oval, die Zellen gleichfalls in die Länge gezogen (Taf. I. Fig. 2) und so platt, daß sie, auf dem Rande stehend, nur wie feine Fäden erscheinen. Die Grenzen der einzelnen Zellen sind aber nicht immer nachzuweisen und es scheint, daß die Oberhaut fehlen oder sich vielmehr ganz zur inneren Schicht der faserigen Gefäßhaut umwandeln kann, von der erst bei der Beschreibung des Baues der Gefäße die Rede seyn wird. Bis dahin versparen wir uns deshalb auch die ausführlichere Beschreibung des Epitheliums selbst.

Eine sehr charakteristische Form haben die Zellen, welche die Plexus choroidei des Gehirnes bekleiden (Taf. I. Fig. 4). Sie sind polygonal, der runden Form sich nähernd, wo sie die Zotten der Plexus überziehen etwas nach der Fläche gebogen und abgeplattet, gelblich und gleichmäßig körnig, von 0,0085‴ Durchmesser. Fast alle Zellen schicken von den Winkeln nach unten, gegen die Bindegewebeschicht der Plexus, kurze, schmale und spitz zulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln (Fig. 4. B. C. c c); ob abgerissene Fäden? Ferner zeichnen sich diese Zellen noch aus durch ein oder zwei kleine, vollkommen runde Kügelchen (Fig. 4. B. b), welche in der Wand oder an der Oberfläche der Zelle sitzen, von 0,001—0,002‴ Durchmesser. Sie sind wohl von dem Zellenkerne zu unterscheiden (Fig. 4. B. C. a), welcher blasser, größer körnig ist und immer tiefer im Innern der Zelle, jedoch einer Wand näher liegt. Die beschriebenen Kügelchen, welche nicht leicht fehlen, ragen zuweilen, jedoch nur selten, über die Oberfläche der Zelle vor; sie liegen dicht neben dem Kern oder entfernt von ihm oder auch ihm gegenüber. An den zusammenhängenden Zellen ist bald der Kern oben, bald das Kügelchen, bald liegen beide seitlich. Die Kügelchen scheinen röthlich oder gelblich; meist sind sie ganz glatt, doch sah ich auch statt derselben größere, körnige Flecken, selbst bis zur Größe des eigentlichen Zellenkerns (Fig. 4. C. b).

In chemischer Hinsicht haben alle bisher erwähnten Epitheliumzellen das mit einander gemein, daß sie sich in Essigsäure lösen,

doch nicht leicht; die Essigsäure muß ziemlich concentrirt seyn und einige Zeit einwirken. In Wasser, auch in kochendem, werden sie nicht angegriffen; eben so wenig in Aether, Alkohol, in kaustischem und kohlensaurem Ammoniak, sowie in verdünnten Mineralsäuren; von kohlensaurem und kaustischem Kali werden sie aufgelöst.

Das Pflasterepithelium häuft sich an manchen Stellen in mehreren Schichten und oft zu einer beträchtlichen Dicke an, indem, wie sich zeigen wird, an der Oberfläche der Matrix neue Lagen sich bilden und die älteren nach außen drängen, während diese bis zu einer gewissen Entfernung von der Matrix sich lebend erhalten, auch wohl noch wachsen, dann aber sterben und abfallen. Schon an der inneren Fläche der Dura mater und der äußeren der Pia mater ist das Epithelium zwar von kaum meßbarer Dicke, aber doch aus mehreren Schichten gebildet, und die äußersten, der freien Oberfläche zunächst gelegenen sind größer und platter als die anderen, noch platter als in den Gefäßen, oft nach zwei Seiten hin in Fasern verlängert, wodurch sie eine Länge von 0,03‴ erreichen An der inneren Oberfläche der Synovialkapseln, ebenfalls auf einer sogenannten serösen Haut, gewinnt die Epitheliumschicht eine Dicke von 0,006—0,008‴. Hier finden sich mehrere Lagen von Zellen übereinander, und die äußersten sind breiter, platter und von unregelmäßiger Gestalt, der Kern ist nicht in allen deutlich. Die rundlichen Zellen der Synovialhaut haben im Mittel 0,004—0,005‴ Durchmesser.

Auf einigen Schleimhautflächen wird die Oberhaut durch Schichtung so stark, daß sie, wie die äußere Oberhaut, leicht durch Maceration dargestellt werden konnte und durch Exsudation auf der Fläche der Matrix sich in Gestalt von merklichen Bläschen oder Pusteln erheben kann, ohne zu zerreißen. Dahin gehören die Schleimhaut des Augapfels (nicht aber der Augenlider), des Einganges der Nase, der Mund-, Rachenhöhle, der Zunge und des Schlundes bis zur Kardia, ferner der äußeren weiblichen Geschlechtstheile, der Scheide und des Mutterhalses bis zur Mitte des letzteren, auch der Eingang der Harnröhre beim Weibe. Mehrere Schichten von Epitheliumzellen finden sich auch auf der Schleimhaut der Harnblase, der Ureteren und selbst des Nierenbeckens, doch sind hier die Veränderungen der Epitheliumzellen nicht so merklich, wie an den vorher angegebenen Stellen.

Zur Untersuchung dieses Epitheliums, welches ich geschichtetes Pflasterepithelium nennen will, eignet sich am meisten die

Conjunctiva des Augapfels; denn nirgends geht die Form der tiefen Lagen so allmählig in die der oberen über. Die obersten Schüppchen, welche eben abfallen wollen, oder schon abgestoßen in der Augenbutter gefunden werden, sind 0,0167‴ breit, ganz platt, mit einem centralen Kerne versehen, übrigens von sehr veränderlicher Form. In den Schichten dicht unterhalb der freien Oberfläche sind die Zellen von regelmäßigerer Gestalt, meist polyedrisch (Taf. I. Fig. 7. c). Je näher man nun der eigentlichen Schleimhaut kommt, desto kleiner werden die Zellen, während der Kern sich unverändert erhält, zugleich werden sie oval, keilförmig oder rundlich, den Kern genau umschließend. Zugleich zeigen sich Kern und Zelle blasser und verhältnißmäßig dicker, doch nicht ganz kugelig. In den tieferen Schichten sind die Kerne blaßröthlich. Die Kerne der tiefen Schichten messen 0,0023—0,0032‴, die kleinsten Zellen 0,0050‴. Auf der Zunge fand ich die Schuppen an der Oberfläche 0,018—0,032‴ breit, den Durchmesser der Kerne 0,0020—0,0042‴, in der Nähe Nähe der Cutis hatten die Zellen 0,009—0,014‴, die Kerne 0,0020—0,0027‴, in der untersten Schicht die Zellen 0,0044‴, die Kerne 0,0013—0,0022‴. Es nehmen also sowohl Kerne als Zellen von unten nach oben an Größe zu, doch die letzteren unverhältnißmäßig schneller. Ein senkrechter Durchschnitt des geschichteten Epitheliums oder, was eins ist, die Profilansicht der gefalteten und comprimirten Oberhaut (Taf. I. Fig. 7) zeigt am freien Rande, so weit die platten Zellen liegen, dichte und dem Rande parallele Streifen und platte Kerne; weiter nach unten werden Zellen und Kerne höher und zugleich kleiner. Durch Druck kann man eine Schicht nach der anderen ablösen. Zuweilen scheinen in den untersten Schichten auch Kerne, ohne umhüllende Zellen, frei in einer körnigen oder hellen Substanz zu liegen (Taf. I. Fig. 7. b); diese Kerne sind schwer zu isoliren und wenn es gelingt, so sind sie entweder nackt oder mit einem unregelmäßigen Klümpchen der hellen (Intercellular-) Substanz umgeben. Auch körnige und durch einen Einriß gespaltene Kerne kamen mir vor (Taf. I. Fig. 7. a).

Am Zahnfleische hinter den Zähnen hat das Epithelium, abgesehen von den Nervenwärzchen, welche bis fast unter die Oberfläche desselben vordringen, eine Dicke von 0,148‴, am Gaumen von 0,092‴. An diesen Stellen kann man, wie an der äußeren Haut, dünne Schichten desselben abschneiden, welche fest, wie Knorpel, glatt und glashell sind. Ganz wasserhell ist das Epithelium

auch auf der Cornea, wird aber bald nach dem Tode, durch Absorption von Flüssigkeit oder durch Gerinnung, weiß und trübe und erscheint alsdann wie ein Schleim, der das Auge bedeckt. Durch Eintauchen des Auges in heißes Wasser wird das Epithelium ebenfalls trübe und kann dann leicht von der Hornhaut, welche klar bleibt, getrennt werden (Peters [1]). Die abgestoßenen Zellen, welche sich zusammenhängend als weiche und zähe Häutchen von den Wänden der Mundhöhle abstreifen lassen und einzeln in den Mundflüssigkeiten schwimmen, sind ganz platt, unregelmäßig, aber weich und biegsam, von etwa 0,018—0,033‴ Durchmesser (Taf. I. Fig. 5). Sie enthalten außer dem Kern kleine, zerstreute, dunkle Pünktchen, zuweilen auch deutliche gerade und parallele Streifen über die ganze Oberfläche, welche vielleicht auf ein schichtweises Ablagern der Substanz deuten, durch welche die Zelle wächst. Die oberflächlichen, platten Zellen des geschichteten Epitheliums lösen sich nicht in Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure und erhalten sich in Wasser viele Wochen lang unverändert. Der sogenannte Schleim des Speichels, welcher größtentheils aus abgestoßenem Epithelium besteht, hinterläßt beim Einäschern phosphorsauren Kalk (Berzelius).

Noch merkwürdiger ist die Umwandlung, welche die Epitheliumzellen auf der äußeren Körperoberfläche erleiden. Der Cutis zunächst befindet sich eine mehr oder minder mächtige Lage von Zellen, welche denen der Oberhaut der serösen Häute mikroskopisch und chemisch gleichen, nur daß der Kern durch blaßröthliche Färbung ausgezeichnet ist, und Blutkügelchen gleichen würde, wenn nicht die constant ovale Form dem widerspräche. Die Zelle, welche ihn umschließt, ist so klein, daß die ganze Masse auf den ersten Blick aus bloßen Kernen zu bestehen scheint. Vielleicht fehlen in der untersten Schicht wirklich die Zellen. Die kleinsten Zellen haben in der Fußsohle 0,0035—0,005‴, an der Eichel 0,0025—0,0072‴ Durchmesser, sie sind weich, körnig und nähern sich oft der kugeligen Form. Wenn die Cutis uneben ist und Hervorragungen hat, so sind diese, so weit sie auch in die Höhe reichen, von solchen Zellen umgeben, und wenn die Hervorragungen dicht nebeneinander stehen, wie z. B. die Papillen in der Handfläche und Fußsohle, so ist der Raum zwischen denselben ganz von kleinen Zellen ausgefüllt. Weiter nach

1 Müll. Arch. 1837. S. XXX.

außen hin nimmt der Durchmesser der Kerne, wie der Zellen zu, zuweilen allmählig, wie ich es an der Eichel fand, meistens aber plötzlich, so daß auf die erwähnten Zellen sogleich die Schichten folgen, wie sie den äußeren Lagen eigen sind. Diese sind nämlich platt, hart und spröde, von unregelmäßiger Form und haben einen Durchmesser von ungefähr 0,010—0,011‴, in den äußersten Schichten selbst 0,016‴ (Taf. I. Fig. 6). Der Kern (a) ist körnig, platt, farblos. In den mittleren Lagen ist derselbe überall deutlich, so auch in den äußersten Lagen der Haut von ungeborenen reifen Kindern, auf der Eichel und der inneren Fläche der Vorhaut. An anderen Stellen aber verschwindet in den äußersten Schichten der Kern, oft ganz spurlos, oft mit Hinterlassung eines undeutlichen Fleckes; zugleich werden die Zellen oder Schüppchen trocken und ihre Ränder sehr unregelmäßig, rundlich oder winkelig, oft wie ausgeschnitten oder zerfressen. So scheint es, daß selbst der Druck, den die äußere Haut erfährt, und der Einfluß der Luft einigen Antheil an der letzten Umwandlung der Zellen haben. An abgeschuppten oder abgekratzten Oberhautstückchen ist die ursprüngliche Zusammensetzung oft kaum mehr zu erkennen, sie wird aber deutlicher, wenn man dieselben in Essigsäure oder Schwefelsäure macerirt.

Abgestoßene Stückchen der Epidermis sind weiß und undurchsichtig. Auch beim Kochen wird die Epidermis weiß, vielleicht durch Gerinnung. Durch Behandlung mit Wasser quillt sie auf und wird weiß, selbst am lebenden Körper. Sonst ist die lebende Epidermis farblos und durchscheinend, wenn gleich nicht in dem Maaße, wie das geschichtete Epithelium der Schleimhäute. Die Farbe der Körperoberfläche rührt nicht von der Oberhaut her, sondern von durchscheinenden tieferen Theilen, allerdings modificirt durch die Oberhaut. Die eigenthümliche blaßröthliche Farbe der Europäer entsteht, indem die Farbe der blutreichen Cutis durch die Epidermis gedämpft wird; sie ist daher um so dunkler, je blutreicher die Cutis und je dünner die Epidermis, roth auf den Wangen und der Lippen, ins Blaue auf der Eichel. Die Röthe wird brillanter durch active Congestion, dunkler bei Stockungen des Blutes in den Venen. Die braune und schwärzliche Färbung der Haut an manchen Körperstellen beim Europäer und über der ganzen Oberfläche bei anderen Racen rührt von einer eigenthümlichen Pigmentschicht her.

Die Oberhaut ist wenig elastisch, zerbricht leicht und kehrt,

einmal ausgespannt, nicht wieder zu ihrem früheren Zustande zurück. Abgezogen schrumpft sie zusammen und faltet sich. Sie spaltet sich leicht in Lamellen, die sich, besonders an der Handfläche und Fußsohle, durch Kochen und selbst durch das Messer nachweisen lassen. E. H. Weber[1] bemerkt, daß, wenn man eine Lage mit einem scharfen Messer trenne, die Schnittfläche nicht eben, sondern wie die äußere Oberfläche gefurcht sey, und schließt daraus, daß die Epidermis die Neigung habe, sich in Blätter zu trennen und durch das Messer mehr gespalten, als abgeschnitten werde. Auch von freien Stücken sondert sie sich in größeren oder kleineren Blättchen ab. An senkrechten Schnitten zeigt sich auch bei mikroskopischer Betrachtung der lamellöse Bau, indem die ganze Schnittfläche von Streifen, die dem oberen oder unteren Rande parallel sind, durchzogen ist[2]. Die Dicke der menschlichen Epidermis beträgt wenigstens 1/20''', in der Vola und Planta aber 1/2—1''' (Krause).

Die Substanz, welche die Hauptmasse der Epidermis bildet, ist unter dem Namen Hornstoff bekannt. John fand in 100 Theilen:

Hornstoff	93,0—95,0
Gallertartige Materie . .	5,0
Fett	0,5
Salze, Säuren und Oxyde	1,0.

Diese letzten sind Milchsäure, milchsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Kali, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk, ein Ammoniaksalz und Spuren von Mangan und Eisenoxyd. Die Epidermis ist beständig von Fett durchdrungen und mit demselben bedeckt. Sie fault nicht, schmilzt im Feuer ohne sich zu biegen oder aufzublähen, und verbrennt mit klarer Flamme. Im papinianischen Topfe verwandelt sie sich in eine schleimige Materie. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie nach und nach aufgelöst, bei kürzerer Einwirkung am lebenden Körper braun gefärbt. Von Salzsäure wird die Oberhaut nicht entfärbt, Essigsäure nimmt aus derselben beim Erhitzen eine geringe Menge einer durch Kaliumeisencyanür fällbaren Substanz auf. Salpetersäure färbt die lebende Epidermis gelb und löst einen Theil auf, der nicht durch Kaliumeisencyanür gefällt wird; Wasserstoffsuperoxyd färbt sie grauweiß. Kaustische

1 Meckel's Arch. 1827. S. 200.

2 Wendt, de epidermide. Fig. 3.

Alkalien lösen, selbst sehr diluirt angewandt, die Oberhaut leicht, nach Wendt nur bei erhöhter Temperatur; in der alkalischen Lösung erzeugen Säuren weiße Niederschläge; kohlensaure Alkalien erhärten die Epidermis, Schwefelalkalien färben sie braun und selbst schwarz. Von salpetersaurem Silberoxyd wird, auch nach innerem Gebrauche, die Oberhaut milchweiß, dann am Lichte graublau, wie Graphit; die durch fortgesetzte innere Anwendung des salpetersauren Silbers erzeugte Färbung ist daher auch dunkler an bedeckten, dem Lichte mehr ausgesetzten Stellen des Körpers. Von salzsaurem Golde wird die Oberhaut purpurroth, von salpetersaurem Quecksilber rothbraun gefärbt. Mit vielen Pflanzenfarben verbindet sie sich chemisch. In Alkohol und Aether ist sie unlöslich, auch mit dem Gerbstoffe geht sie keine Verbindung ein.

Betrachten wir die Epidermis im Ganzen, als Membran, so ist sie ausgezeichnet durch viele, tiefere und seichtere Falten, durch Furchen und Erhabenheiten zwischen denselben und durch scheinbare Oeffnungen oder Grübchen, von welchen die einen Haare hervortreten lassen, andere eine fettige Absonderung, noch andere zu gewissen Zeiten Schweiß in kleinen Tröpfchen entleeren. Alle diese Unebenheiten und Oeffnungen entsprechen nur den Unebenheiten und Oeffnungen der Lederhaut, welche von der Epidermis überzogen wird, und sie können daher erst bei der Betrachtung der Cutis genauer beschrieben werden.

Indem die Epidermis papillenförmige Fortsätze der Cutis überzieht, erhält sie selbst ein zottiges Ansehen, wie z. B. am vorderen Theile der Zunge; an anderen Stellen aber, namentlich in der Handfläche und Fußsohle, ist die Oberhaut dick genug, um die cylindrischen Wärzchen der Lederhaut nur in Vertiefungen ihrer inneren Fläche aufzunehmen, während die äußere Fläche glatt oder nur mit unbedeutenden Vorsprüngen über die Wärzchen weggeht. So ist es auch an der Zunge der Wiederkäuer. Diese Anordnung ist schuld an einer irrthümlichen Ansicht über den Bau der Oberhaut geworden, welche noch heute nicht ganz berichtigt ist. Durch Maceration und durch Kochen trennt sich nämlich an Stellen, wie die eben bezeichneten, die Oberhaut leicht in zwei Schichten, eine obere, continuirliche (a), welche von der freien Fläche, oder auf dem senkrechten Durchschnitte vom freien Rande der Oberhaut bis zur Spitze der Wärzchen



oder auch etwas tiefer reicht, und eine untere (b) von der Spitze der Wärzchen bis auf die Cutis. Die obere Schicht läßt sich leicht abziehen. Die untere bleibt auf der Cutis sitzen und ist von senkrechten Canälen durchzogen, welche die Nervenwärzchen (c) ausfüllen, wenn diese mit der Cutis in Verbindung bleiben. Gewöhnlich aber, besonders wenn man die Oberhaut durch Kochen gelöst hat, reißen die Nervenwärzchen an ihrer Basis, also an der Oberfläche der Cutis ab, bleiben mit der Spitze an der oberen Schicht der Epidermis hängen und ziehen sich, wenn man die letztere wegnimmt, aus den Canälen der unteren Schicht heraus. Diese Schicht erscheint alsdann, von der Fläche betrachtet, sieb- oder netzförmig durchbrochen und in dieser Gestalt beschrieb sie Malpighi[1] unter dem Namen Corpus reticulare oder cribrosum als eine besondere Membran, welche beim Weißen weiß, beim Neger schwarz sey und die Schweißcanäle und Nervenpapillen umgebe. Nach ihm wurde sie Rete Malpighii oder Mucus Malpighii, Schleimnetz, genannt, weil sie weicher ist als die äußere Schicht. Albin[2] erklärte die Löcher dieser Membran, die Malpighi gesehen hatte, für Folgen fehlerhafter Präparation und behauptete, daß das Rete ununterbrochen sich auch über die Nervenpapillen wegziehe. Zugleich aber sprach er aus, daß Rete Malpighii und Epidermis nicht wesentlich verschieden und in der That nur Schichten derselben Membran seyen, von denen die innere noch weicher und intensiver gefärbt sey. Dieser Ansicht folgen fast alle Neueren und es ist allgemein üblich geworden, mit dem Namen Rete die innere, noch nicht erhärtete Schicht der Epidermis zu bezeichnen, welche nach außen allmählig in die Epidermis übergehe und auch nur deshalb farbiger sey, weil mehr von Flüssigkeit durchdrungen. Eine innere weichere Schicht der Epidermis existirt auch nach unseren Untersuchungen; es ist die mehr oder minder mächtige Lage kleiner, noch nicht abgeplatteter und, wie es scheint, in Essigsäure noch löslicher Zellen, welche die Cutis und allerdings auch die Hervorragungen derselben zunächst bekleidet. Auf diese Schicht muß man, wenn zwei Lagen unterschieden werden sollen, den gebräuchlichen, wenn gleich unpassenden Namen Rete Malpighii beschränken. Wo kein allmähliger Uebergang stattfindet, ist sie auch mikroskopisch leicht zu unterscheiden. Die

1 Opp. T. II. Epist. anat. p. 15. de ext. tact. organo. p. 26.

2 Annot. acad. Lib. I. Cap. 3.

Epidermis ist streifig, das Rete körnig. Die Dicke des letzteren ist sehr verschieden und steht in keinem bestimmten Verhältnisse zur Dicke der eigentlichen Epidermis; zuweilen ist es sehr fein, zuweilen selbst stärker als die Epidermis (Wendt). Selten kann es indeß als besondere Membran dargestellt werden und es ist nöthig zu bemerken, daß gerade an den Stellen, an welchen man das Rete Malpighii zeigen zu können glaubte und von welchen man einen Schluß auf die ganze übrige Haut machte, andere Elemente für die ursprüngliche und weiche Schicht der Oberhaut gehalten worden sind. So ist es an der Zunge der Wiederkäuer und an der Haut des Negers. Die Zellen, woraus die untere Schicht der Oberhaut der Zunge besteht, die als sogenanntes Rete zurückbleibt, unterscheiden sich höchstens etwas in der Größe von den Zellen der oberflächlichen Schicht. Unreife Epitheliumzellen, so wollen wir die kleinen Zellen der tieferen Lagen nennen, kommen nur in sehr dünner Lage unmittelbar auf der Fläche der Cutis vor. Was man von der Haut des Negers als Rete Malpighii abzieht, sind aber nicht einmal Theile der Oberhaut, sondern einer Pigmentschicht, welche zwischen Epidermis und Cutis ausgebreitet ist und bei weißer Hautfarbe fehlt. Die Oberhaut des Negers ist nicht blos deshalb heller, als dessen sogenanntes Rete Malpighii, weil sie trockener ist, sondern sie ist wirklich von der Epidermis der Weißen nicht verschieden, wenn alles körnige Pigment von derselben entfernt wird [1].

[1] Ueber diesen Punkt, der so leicht auszumachen scheint, herrscht eine große Verschiedenheit der Ansichten. Malpighi (a. a. O.), Monro (*Works. p. 207*), Haller (Element. physiol. V, 19) und Bichat (*Anat. gén. IV, 452*) nennen die Oberhaut des Negers ungefärbt; Ruysch (Curae renovatae. No. 59. 87), Cruikshank (Unmerkliche Ausdünstung. S. 2), Camper (Demonstr. anat. path. L. I. c. 1), Heusinger (Abn. Kohlen- und Pigmentbildung. S. 14), Breschet (*Ann. de sc. nat. 2. sér. II, 344*) und Flourens (ebendas. *VII, 160. IX, 240*) fanden sie grau oder leicht schwärzlich; Winslow (Exposit. anat. p. 488) und Albin (De sede et causa coloris aethiop. p. 6), denen sich auch E. H. Weber (Hildebrandt's Anat. I, 187) anschließt, vergleichen sie mit einer dünnen Lamelle von schwarzem Horn; geradezu schwarz schildern sie Leeuwenhoek (Opp. III, 80), Santorini (Obs. anat p. 2) und Rudolphi (Berl. Akad. 1814—15. S. 177). Die Epidermis des Negers löst sich nie vollkommen rein von dem Rete ab, immer bleiben größere und kleinere, mehr oder minder zerstreute Flecken von Pigment an ihrer hinteren Seite haften, namentlich von solchen Stellen, wo die Cutis eine sehr unebene Oberfläche hat. Je nach der Menge dieses anhängenden Pigmentes ist sie schwarz oder grau Einzelne pigmentlose

Lange Zeit war es ein Gegenstand der Controverse, ob die Epidermis an Stellen, wo die Haare oder die Secrete der Cutis hervortreten, durchbohrt sey oder ob sie sich auch in die Bälge und Drüsen der Cutis continuirlich fortsetze und diese auskleide. An allen den genannten Stellen hatte man früher durchdringende Oeffnungen oder Poren angenommen; solche aber ließen sich an der abgezogenen Oberhaut weder mit dem Mikroskop auffinden [1], noch mittelst Durchpressen von Quecksilber sichtbar machen [2]. Zwar ist dies noch nicht beweisend, da die Oeffnungen die Haut schief durchbohren könnten und da selbst künstlich gemachte Löcher in der Haut, wenn sie nicht ausgespannt wird, sehr bald wieder zuquellen und verschwinden [3]. Allein an der Stelle der Oeffnungen sahen Malpighi [4] und E. H. Weber [5], wenn dünne Lagen der Oberhaut horizontal abgeschnitten wurden, gewölbte, nach innen vorragende Ausbeugungen. Nach Hempel [6] und Eichhorn [7] werden, wenn man die durch Maceration oder Kochen gelöste Epidermis von der Cutis behutsam abzieht, die in die Haarlöcher sich hineinschlagenden Fortsätze der Epidermis als kleine, konische Scheiden sichtbar, indem sie aus der Lederhaut herausgezogen werden; sie heben, wenn sie nicht abreißen, das Haar sammt seiner Wurzel hervor. Dasselbe sahen Trew [8] und Eichhorn [9] an den Schweißcanälen: von den trichterförmigen Mündungen derselben an der Oberfläche der Haut gingen kurze, elastische und hohle Fäden aus, welche an der abgezogenen Epidermis fest saßen, und an der Cutis bemerkte man die

Stellen kann man nur unter dem Mikroskop heraussuchen und solche scheinen von der Epidermis der Weißen nicht verschieden. Indeß ist allerdings die Unterscheidung von Farbennuancen bei einigermaßen starken Vergrößerungen schwierig.

1 Al. v. Humboldt, gereizte Muskel- und Nervenfaser. I, 156. Rudolphi, Berl. Akad. 1814—15. S. 179. J. F. Meckel, Anat. I, 588. Heusinger, Histologie. II, 148.

2 *Béclard, Anat. gén. p. 268.*

3 S. Eichhorn in Meck. Arch. 1826. S. 421.

4 Opp. T. II. de ext. tact. organo. p. 25.

5 Meck. Arch. 1827. S. 200.

6 Anfangsgründe d. Anat. I, 355.

7 a. a. O.

8 Ledermüller, Mikroskop. Ergötz. S. 108.

9 a. a. O. S. 433.

Löcher, aus welchen die Fäden herausgezogen waren. Diese rollen sich zusammen und legen sich vor die Oeffnung, daher man an der abgezogenen Haut die Oeffnungen nicht finden konnte. Diese hohlen Fäden aber bestehen, so wie die Scheiden der Haare, nur aus feinen Zellen, ähnlich denen der untersten Lage der Epidermis oder des Rete Malpighii, und bei der mikroskopischen Untersuchung wird es deutlich, daß sie unmittelbare Fortsetzungen der letzteren und demnach Oberhautüberzüge der Canäle in der Cutis sind. So steigt also die Oberhaut wenigstens in die Ausführungsgänge der Drüsen herab; wie sie in den Drüsen selbst sich verhalte, davon wird später die Rede seyn.

2. Cylinderepithelium.

Stellt man sich vor, daß die ursprüngliche, runde, den Kern eng umschließende Epitheliumzelle nur nach einer Richtung, senkrecht auf die Hautfläche, und zwar nach oben und unten vom Kern aus wachse, so erhält man die Form der Cylinderepitheliumzellen. In dem menschlichen Körper bildet sich die Zelle immer so aus, daß sie nach unten in eine Spitze, nach oben in ein quer, seltener schief abgestutztes Prisma sich verlängert, und daß der Kern ungefähr in die Mitte der Höhe des Körperchens zu liegen kommt. Die Gestalt der ganzen Zelle wird dadurch kegelförmig, nach unten zugespitzt. Die Endfläche ist platt oder etwas convex, bald rundlich, bald polygonal, 4-, 5- oder 6eckig und dem entsprechend das Prisma bald ganz rund, bald im oberen breiten Theile 4- bis 6seitig. Oft ist das Prisma in der Gegend des Kerns noch so weit, daß die Ränder des Kerns die seitlichen Contouren des Prisma nicht erreichen oder nur eben berühren, und dann sieht man auch zuweilen, wenn die Zelle sich wälzt, daß der Kern in der Wand derselben liegt. Häufiger bildet der Kern eine Anschwellung, über und unter welcher die Zelle wie eingeschnürt erscheint. Der Kern ist rund oder oval. Im letzten Falle liegt sein längster Durchmesser im Längendurchmesser der Zelle oder schneidet diesen unter einem spitzen Winkel. Wie die pflasterförmigen Epitheliumzellen, so liegen auch die cylindrischen bald dicht zusammen und dann werden sie durch gegenseitigen Druck polygonal, oder sie lassen geringe Zwischenräume, welche von einer wasserhellen Intercellularsubstanz ausgefüllt werden, deren Contouren dann auf der Fläche wie ein netzförmiges Capillar-

system erscheinen. Wie diese Intercellularsubstanz selbst über die stumpfen Enden der Kegel hervorragen kann, wurde bereits oben bemerkt. Betrachtet man einen Lappen abgelösten Cylinderepitheliums von der Fläche, entweder von oben oder von unten, so unterscheidet es sich auf den ersten Blick nicht vom Pflasterepithelium (Taf. I. Fig. 9). Der Kern scheint aus der Tiefe durch und wird von den Rändern der Endfläche, wie von einer weiteren Zelle umgeben. Nur wenn man starke Vergrößerungen anwendet, zeigt es sich, daß der Focus geändert werden muß, um bald die Endfläche, bald den Kern deutlich zu sehen, daß also der Kern tiefer in der Zelle liegt, als beim Pflasterepithelium. Eine richtige Ansicht von der Gestalt der cylindrischen Epitheliumzellen erhält man erst, wenn man dieselben einzeln oder auch in Bündeln von der Seite liegend betrachtet (Taf. I. Fig. 8), oder auf senkrechten Durchschnitten der Häute mit Cylinderepithelium oder endlich, da solche Durchschnitte kaum ausführbar, wenn man die Haut faltet, so daß die Oberhaut den Rand bildet, und zusammenpreßt. Betrachtet man eine zusammenhängende Reihe von Cylindern auf diese Weise von der Seite, so nehmen sich die oberen Theile derselben, von der abgestumpften Spitze bis zum Kerne, wie eine helle, senkrecht auf die Cutis gestreifte aber faserige Schicht aus. Es folgt unter dieser hellen und streifigen Schicht eine dunkle, körnige, welche von den Zellenkernen gebildet wird, und unter dieser wieder eine etwas hellere, sehr undeutlich faserige Lage, die den spitzen Enden der Epitheliumzellen angehört.

Die Zellen des Cylinderepitheliums sind nur selten ganz hell, meistens finden sich kleine dunkle Pünktchen über die ganze Oberfläche zerstreut, zuweilen auch ist auf eine auffallende Weise ein großer Theil des oberen, breiteren Endes der Zelle hell und die Körnchen fangen erst dicht über dem Kerne mit einer ziemlich scharfen Grenze an, so daß es den Anschein hat, als beginne die Zellenhöhle erst von dieser Grenze an und als sey der obere, helle Theil die verdickte Zellenwand; zuweilen, wie in Taf. I. Fig. 8 dargestellt ist, umgiebt von allen Seiten ein heller Raum die dunklere, körnige Masse und dann ist es kaum zweifelhaft, daß der Saum der Dicke der Zellenwand entspricht.

Chemisch verhalten sich die cylindrischen Epitheliumzellen wie die Pflasterzellen der serösen Häute, namentlich in Bezug auf die Essigsäure, in welcher sie sich auflösen, worauf die Kerne allein

zurückbleiben. Von dem Epithelium (Schleim) der Gallenblase erhielten Tiedemann und Gmelin[1] 8 Proc. Asche, bestehend aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk. Aus dem Darmschleime zieht Essigsäure eine Materie, die von Gerbsäure und Cyaneisenkalium gefällt wird (Gmelin).

Das Cylinderepithelium kommt beim Menschen nur auf Schleimhäuten vor und zwar auf der Schleimhaut des Darmcanals von der Kardia an bis zur Afteröffnung, wo es ziemlich scharf und mit gezacktem Rande gegen die Epidermis sich absetzt[2], und auf der Schleimhaut der männlichen Geschlechtstheile, in der Urethra und dem Vas deferens bis in die Samencanälchen der Hoden. Von dem Darme aus setzt sich das Cylinderepithelium sowohl in den Duct. choledochus und weiter in den Ductus hepaticus, cysticus und die Gallenblase, als auch in den Ductus Wirsungianus fort, so weit überhaupt die Verzweigungen derselben präparirt werden können; von der Harnröhre aus erstreckt es sich in alle Ausführungsgänge, welche in der Gegend des Veru montanum münden, der Prostata, der Samenblasen und der Cowper'schen Drüsen. Auch das Epithelium, welches die Verzweigungen der Ausführungsgänge in der Prostata bekleidet, besteht aus Cylindern und erst in den Zellen dieser Drüse beginnt das Pflasterepithelium. Ferner kommt noch Cylinderepithelium vor auf der inneren Oberfläche der langen Ausführungsgänge der Speicheldrüsen; an der Mündung der Ausführungsgänge tritt es plötzlich auf und erstreckt sich so weit, als man den Ausführungsgang in die Drüse hinein verfolgen kann. Die Ausführungsgänge der Thränendrüsen beim Kalbe sind mit Cylinderepithelium bekleidet. Beim Menschen konnte ich sie nicht untersuchen.

Aber nicht blos in die Ausführungsgänge der größeren Drüsen

1 Verdauung. I, 43.

2 Es ist sehr wahrscheinlich, daß nicht blos der Anfang und Endtheil des Magens, wie ich früher angab (Symbolae. p. 10), sondern die ganze Magenhöhle ein Cylinderepithelium besitzt. Wasmann (de digestione. p. 12) hat ein solches wenigstens im Magen des Schweines gefunden. In den menschlichen Magen, die ich untersuchte, war die oberste Schicht wohl bereits aufgelöst und ich nahm die Zellen aus den Magendrüsen für Epithelium der Magenschleimhaut. Ebenso scheint es Pappenheim (Verdauung S. 18) und Todd (*Lond. med. gaz. 1839. Dec. p. 429*) ergangen zu seyn, welche das Cylinderepithelium nicht einmal auf den von mir angegebenen Stellen fanden.

setzt sich das Cylinderepithelium fort; es sind auch alle kleinen, einfachen Follikeln des Magens und Darmes von demselben inwendig ausgekleidet. Böhm[1] sah in der Cholera, wenn das Epithelium des ganzen Tractus intestinalis sich ablöst, auch aus den Lieberkühn'schen Drüsen das Oberhäutchen, von cylindrischen Zellen gebildet, hervortreten. Wasmann[2] beobachtete die cylindrischen Epitheliumzellen in den einfachen röhrigen Drüsenbälgen der Schleimhaut des Magens beim Schweine. Nirgends aber sieht man sie so schön und leicht, als in den cylindrischen Drüsen, welche im Dickdarme, gleich Mehlsäcken nebeneinander gestellt, sich von der freien Oberfläche aus bis gegen die Muskelhaut erstrecken. Unmittelbar auf die structurlose Membrana propria dieser Bälge folgt nach innen, d. h. gegen die freie Oberfläche hin eine einfache Schicht konischer Zellen, welche, wenn man den Querschnitt oder die Mündung des Balges betrachtet, wie Strahlen um eine kreisförmige Oeffnung, das Lumen der Drüse, geordnet sind. Die breiten Enden begrenzen, in einer continuirlich kreisförmigen Linie genau zusammengefügt, zunächst den Canal der Drüse, die spitzen Enden stehen radienförmig nach außen.

Die oben angegebenen Varietäten der Form gehören nicht bestimmten Regionen an, sondern zeigen sich an Zellen von derselben Hautfläche. Sonst sind auf fast allen den genannten Häuten die Epitheliumcylinder einander im Wesentlichen gleich und es kommen nur minder wichtige Verschiedenheiten in der absoluten Größe und in den Verhältnissen der Breite zur Länge vor. Ihre Länge beträgt im menschlichen Dünndarme 0,0080—0,0090‴, ihre Breite am dicken Ende 0,0017—0,0024‴. Eben so lang, aber schmaler sind die Zellen in den Ausführungsgängen der Schleimdrüsen, der Leber und des Pankreas. Im Magen beträgt ihre Breite kaum 1/10 der Länge, in der Gallenblase dagegen sind sie kürzer und breiter, 0,007‴ lang und 0,003‴ breit, und in den Lieberkühn'schen Drüsen erreichen sie nach Böhm nur etwa den dritten Theil der Größe derjenigen, welche auf den Zotten des Dünndarmes sitzen, und laufen in eine so kurze Spitze aus, daß sie in ihrem Umfange sehr einem gleichseitigen Dreieck sich nähern.

Die Epitheliumzellen der Gallenblase findet man beim Menschen

1 Die kranke Darmschleimhaut in der Cholera. S. 66.

2 De digestione. p. 8. Fig. 1. 2.

grün gefärbt, was wohl nur einer Imbibition der Galle nach dem Tode zugeschrieben werden muß. Kerne kann ich aber an diesen Zellen jetzt so wenig, wie früher[1], wahrnehmen auch nicht durch Behandlung mit Essigsäure. Ob zu einer früheren Zeit der Entwickelung Kerne vorhanden gewesen seyn mögen, muß ich dahingestellt lassen.

Das Cylinderepithelium ist nur eine Modification des Pflasterepitheliums. Dies ergiebt sich daraus, daß auf derselben Fläche das eine in das andere übergeht und zwar allmählig und oft sehr langsam durch eine Reihe von Zwischenformen, welche ich Uebergangsepithelium genannt habe. An einer Stelle, wo ein solcher Uebergang erfolgt, wie z. B. an der Kardia, nimmt die Dicke des Pflasterepitheliums nach und nach ab, dadurch nähern sich die tieferen, kleineren und mehr rundlichen Zellen der Oberfläche und zugleich sieht man, wie in diesen allmählig der senkrechte Durchmesser über den transversalen die Oberhand gewinnt. In der männlichen Urogenitalschleimhaut nimmt das Uebergangsepithelium die Strecke vom Eingange der Blase bis an das Nierenbecken ein, indem es nach der Harnröhre hin zu Cylinderepithelium, nach den Nieren hin zu einfachem Pflasterepithelium sich umgestaltet. Es kommt indeß auch selbstständig vor in der Schleimhaut der Harnwerkzeuge beim Weibe zwischen dem Pflasterepithelium der Urethra einerseits, und des Nierenbeckens andrerseits. Sieht man das Epithelium der Blase oder der Ureteren im Zusammenhange und auf dem umgeschlagenen Rande der Schleimhaut, so erscheint es nicht, wie Pflasterepithelium, parallel dem Rande gestreift, auch nicht, wie das Cylinderepithelium, in einer auf den Rand senkrechten Richtung faserig, sondern es sieht körnig aus, höchstens in einer kurzen Strecke vom Rande aus senkrecht auf diesen gestreift. Meist sieht man auch mehrere Lagen von Zellen übereinander, während beim Cylinderepithelium immer nur Eine Schicht recht deutlich ist. Isolirt erscheinen die Zellen von cylindrischer oder konischer Gestalt, aber auch mit rundlichen gemischt und überhaupt unregelmäßig, oft an beiden Enden spitz, oft an Einem Ende in einen langen, dünnen Faden auslaufend.

Auch bei der Entwickelung scheint das Cylinderepithelium zuerst

[1] Symbolae. Fig. 5.

unter der Form von Pflasterepithelium aufzutreten. Auf Häuten mit Cylinderepithelium fand ich zuweilen unter vollkommen ausgebildeten Zellen einzelne rundliche, die nur nach einer Seite mit einem kurzen Fortsatze oder Stiele versehen waren. Ich hielt dieselben für unreife Epitheliumcylinder[1]. Auf den Zotten einer jungen Katze, am zehnten Tage nach der Geburt, wo der Darm in lebhafter Häutung begriffen zu seyn pflegt, waren in einem Falle statt der Cylinder feine, polyedrische Pflasterzellen von 0,003‴ Durchmesser zur Oberhaut zusammengefügt. Ohne Zweifel würden sich dieselben später zu Cylindern entwickelt haben. Auch in Drüsen mit Cylinderepithelium kommen zu Zeiten unentwickelte, den Elementen des Uebergangsepitheliums ähnliche Formen vor (Taf. V. Fig. 20). In krankhaft abgestoßener Oberhaut kommen öfters verschiedene Zwischenstufen vor. So sah ich in einem Falle, den ich hier anreihe, obgleich er eigentlich das Flimmerepithelium betrifft[2], in dem abgelösten Epithelium der Trachea unter großen und vollkommen ausgebildeten Flimmercylindern zuerst Epitheliumkörperchen mit ovaler oder cylindrischer Zelle und kleinerem Kerne, als die Flimmercylinder, und noch tiefer körnige und rundliche, mosaikartig nebeneinander geordnete Zellen von 0,003—0,005‴, deren Kerne zum Theil noch durch Essigsäure gespalten werden konnten.

Wenn nun die cylindrischen Zellen wie die platten Zellen der Epidermis successiv aus den runden sich entwickeln, und unter gewissen Umständen neue Lagen unter den alten entstehen, so fragt es sich, ob man dem Cylinderepithelium eben so, wie der Epidermis, ein Rete Malpighii zuschreiben soll, d. h. ob beständig eine Schicht junger Zellen zwischen der Schleimhaut und den reifen Cylindern sich finde. Die bisherigen Beobachtungen reichen nicht hin, diese Frage definitiv zu entscheiden. Lägen die Epitheliumzellen in einfacher Schicht unmittelbar auf der Schleimhaut, so müßte die halbe Differenz zwischen dem Querdurchmesser einer unversehrten Darmzotte und dem Querdurchmesser der von ihrer Oberhaut entblößten Darmzotte gleich dem Längsdurchmesser eines Epitheliumcylinders seyn. Ich fand bei verschiedenen Messungen[3] eine Differenz von 0,004—0,005‴ zu Gunsten der ersten Größe, ein

1 Symbolae. p. 18. Fig. 4.

2 Ueber Schleim- und Eiterbildung. S. 21.

3 Symbolae. p. 19.

Unterschied, der zu groß ist, um blos aus einem Mangel der Methode erklärt zu werden, obgleich bei Messungen runder Körper vollkommene Genauigkeit nicht erreichbar ist; es bliebe also ein Raum von beinahe der halben Länge der Epitheliumcylinder zwischen der äußeren Fläche der Schleimhaut und den Spitzen der Epitheliumzellen, der entweder von Intercellularsubstanz oder von unvollkommneren Epitheliumzellen eingenommen werden müßte. **Valentin**[1] scheint es für die Regel zu halten, daß auf den flimmernden Häuten mehrere Schichten kernhaltiger Zellen übereinander vorkommen, von denen nur jedesmal die obere sich zu der breiten, quer abgestutzten Form entwickele, weshalb er auch das Cylinderepithelium lieber mit dem Namen des senkrecht fadig aufgereihten Epitheliums bezeichnet. Auch mir ist der Fall zuweilen vorgekommen, daß die Spitze einer cylindrischen Zelle hinter dem gewöhnlichen Kerne abermals anschwoll und in der Anschwellung einen zweiten Kern enthielt, zuweilen auch, daß sie sich in einen langen Faden auszog, der offenbar abgerissen war und von dem ich nicht sagen kann, mit welchen Theilen er in Verbindung gestanden haben mag; doch ist dies verhältnißmäßig so außerordentlich selten, daß ich es für eine Abnormität halten muß. In der Regel aber kommen unter den Epitheliumfragmenten, die man von Häuten mit Cylinder- und Flimmerepithelium abstreift, nur vollkommen ausgebildete, konische Zellen vor, wenn man sich nur vor Stellen hütet, wo das Contentum oder die Oberhaut von Schleimdrüsen mit unterlaufen kann; und an den einfachen Bälgen des Magens und Dickdarmes kann man sich entschieden davon überzeugen, daß die Spitzen der Epitheliumzellen die Tunica propria der Drüse berühren und die Zwischenräume nur von structurloser oder ganz feinkörniger Intercellularsubstanz ausgefüllt sind. Diese aber darf man nicht Rete Malpighii nennen, weil sie sich bis an und selbst über die Oberfläche der ausgebildeten Cylinderschicht erstreckt. Vielleicht kommen beim Cylinderepithelium eben so, wie beim Pflasterepithelium, Verschiedenheiten vor, so daß es bald in einfacher Lage, bald auch geschichtet auftritt und sich an solchen Stellen beständig erneuert, während an den übrigen nur zu gewissen Perioden oder nach Krankheiten neue Lagen unter den alten entstehen.

[1] Repert. 1838. S. 309.

3. Flimmerepithelium.

Die Zellen des Flimmerepitheliums sind von denen des Cylinderepitheliums, so viel man sehen kann, nur durch den Bau des oberen Endes unterschieden. Ihre Gestalt ist in der Regel konisch, doch kommen auch cylindrische und ovale vor. Bei niederen Thieren, z. B. bei der Auster, sieht man die Wände der flimmernden Zellen oft der Länge nach parallel gestreift und auch beim Menschen finden sich zuweilen Spuren einer solchen Streifung, doch ist dies keineswegs constant. Der obere, querabgestutzte Rand ist bei den Zellen des Flimmerepitheliums meistens dunkler, als beim Cylinderepithelium, und dahinter durch einen hellen Streifen von der übrigen Masse der Zelle deutlich abgesetzt, doch löst sich der Rand eben so leicht, wie die ganze Zelle in Essigsäure. Am merkwürdigsten aber sind die kurzen, wasserhellen, kolbig oder spitz zulaufenden Härchen von wechselnder Zahl und Länge, welche auf dem breiten Ende stehen. Bei dem Menschen und anderen Wirbelthieren trägt jeder Cylinder mehrere Härchen oder Cilien, 3—8 und vielleicht mehr, bei Mollusken kommen auch Cylinder mit einzelnen Cilien vor. Die Cilien eines Cylinders sind bald an Länge gleich und gestreckt und nehmen sich dann wie Franzen aus, bald gleichen sie einem Pinsel oder einem Busche, dessen Federn in der Mitte höher, nach den Seiten kürzer und gebogen sind, bald nehmen sie von einer Seite zur anderen continuirlich an Länge ab u. s. f. (Taf. I. Fig. 10). Ueber die Gestalt der Cilien haben Purkinje und Valentin genaue Untersuchungen gemacht[1]. Sie sind bei den Wirbelthieren breit und platt, beim Menschen und den Säugethieren immer am freien Ende quer abgestutzt oder abgerundet, bei den Vögeln sind sie etwas spitzer, wirklich spitz bei Amphibien und Fischen, aber nur bei wirbellosen Thieren spitz und cylindrisch; eine Ausnahme machen nach Purkinje[2] die Cilien der Hirnhöhlen, welche spitz und peitschenförmig sind. Nach dem Tode werden sie bald unkenntlich, doch sah ich sie noch an einzelnen Cylindern 4—5 Tage nach dem Tode; sie erscheinen erst wie kleine Kügelchen und verschwinden dann völlig.

Bei dem Menschen kommt das Flimmerepithelium an folgenden Stellen vor:

1 N. A. Nat. Curios. Vol. XVII. P. II. p. 846 sq.

2 Müll. Arch. 1836. S. 289.

1. Auf der Respirationsschleimhaut, und zwar beginnt es in der Nase hinter einer Linie, die man sich sowohl auf dem Septum, als auf der Seitenwand der Nase vom vorderen freien Rande der Nasenbeine zum vorderen Nasenstachel des Oberkiefers gezogen denken kann. An dieser Linie hört das geschichtete Epithelium auf; alle Theile nach innen oder hinten von derselben, die Scheidewand, die Muscheln, sowie der ganze Boden der Nasenhöhle sind mit Flimmerepithelium überzogen, ferner auch die Eingänge in die Stirn-, Siebbein-, Keilbein- und Oberkieferhöhlen und diese Höhlen selbst in ihrer ganzen Ausdehnung. Das Flimmerepithelium setzt sich von der Nase auch in den Thränengang und Thränensack bis in das obere, blinde Ende des letzteren fort. Die Thränenröhrchen haben Pflasterepithelium, dagegen erscheint das Flimmerepithelium wieder in der oberen und unteren Augenlidfalte und auf der ganzen inneren Fläche des oberen und unteren Augenlides bis zum Tarsalrande. Von den Seitenwänden der Nase aus setzt sich das Flimmerepithelium fort in das obere blindsackförmige Ende des Schlundes, es reicht hier auf der hinteren Wand bis zur Gegend des unteren Randes des Atlas, vorn auf die hintere Fläche der Wurzel des häutigen Gaumens, seitlich auf den Umfang der Eustachischen Röhre, durch diese geht es bis nahe an die Einmündung der Eustachischen Röhre bis in die Paukenhöhle [1].

Von der Mundhöhle aus erstreckt sich die geschichtete Epidermis bis auf die untere Fläche der Epiglottis. An der Basis derselben tritt Flimmerepithelium auf und geht von da auf die vordere Wand des Kehlkopfes über; an der hinteren und Seitenwand desselben beginnt das Flimmerepithelium erst dicht über dem Rande des oberen Stimmbandes. Es geht dann nach unten fort bis in die letzten Verzweigungen der Bronchien.

2. Auf der Schleimhaut der weiblichen Geschlechtsorgane von der Mitte des Mutterhalses an durch Uterus und Tuben bis auf die äußere Fläche der Franzen der letzteren.

3. Auf den Wänden des Gehirnes, welche die Ventrikel des-

[1] Nach Pappenheim (Gewebelehre des Ohres. S. 40) soll der Theil der Schleimhaut der Eustachischen Röhre, welcher die Knorpel überzieht, nicht flimmern, sondern nur der Theil, welcher auf der weichen Sehnenhaut sitzt, die die Lücke der knorpeligen Röhre ausfüllt. Ich begreife nicht, wie man bei einem so leicht zu untersuchenden Gegenstande eine so grundlose Behauptung aufstellen kann.

selben begrenzen. Purkinje[1] verfolgte die Flimmerbewegung beim Schafe von den Seitenventrikeln durch die dritte Hirnhöhle bis in den Trichter, in die Riechkolben und durch den Aquaeductus Sylvii in die vierte Hirnhöhle. Beim Menschen wurde sie von Valentin[2] nachgewiesen. Einige Zeit nach dem Tode sind die Cilien gewöhnlich nicht mehr zu erkennen, doch habe ich oft noch die Schicht von Kernen gesehen, welche die Wände der Ventrikel bedecken und vermuthen lassen, daß die Oberhaut hier eine ähnliche Beschaffenheit habe, wie bei den Thieren. Die Cylinder sitzen unmittelbar auf der Nervensubstanz.

Auch die Zellen des Flimmerepitheliums variiren an verschiedenen Stellen bedeutend in der Größe und einigermaßen in der Form. Sehr lang und eigenthümlich gebildet sind die Flimmercylinder in den Tuben, unter dem Kerne plötzlich sich verdünnend, in lange Stiele ausgezogen und meist mit sehr ovalen, platten Kernen versehen. Ihre Länge beträgt im Mittel 0,015‴, ihre Breite am Cilien tragenden Ende 0,0025‴, die Länge der Cilien 0,0018‴. Die Kerne haben 0,0045‴ im längsten, 0,0018‴ im schmalen Durchmesser. Die flimmernden Zellen des Uterus sind im Mittel 0,0095‴ lang und von der gewöhnlichen Form. Die Flimmercylinder der Nase messen 0,0137‴[3], die des Thränensackes 0,008‴, die der Augenlider 0,012‴ bei 0,003‴ Breite des freien Endes. Die Cilien sind an der letztgenannten Stelle außerordentlich fein und schon wenige Stunden nach dem Tode nur mit großer Mühe zu erkennen. Am kleinsten sind die flimmernden Epitheliumzellen im Gehirn; es sind bei Thieren kurze, fast cylindrische, doch an dem adhärirenden Ende etwas spitz zulaufende Körperchen, die nicht viel länger sind als breit und sehr kurze Wimpern tragen.

Es ist leicht, die Elemente des Flimmerepitheliums zu sehen, wenn man von einer flimmernden Schleimhaut wenige Stunden nach dem Tode oder nach einiger Maceration den oberflächlichen Schleim abstreift und mit Wasser verdünnt unter das Mikroskop bringt. Auch im Nasenschleime und im ausgehusteten Schleime

[1] Müll. Arch. 1836. S. 289.

[2] Repert. 1837. S. 158. 278.

[3] 0,0138‴ Par. E. H. Weber, de motu vibratorio in membrana mucosa narium hominis conspicuo, in Pusinelli, diss. additamenta quaedam ad pulsus normalis cognitionem. Lips. 1838.

der Bronchien kommen nicht selten einzelne, abgestoßene Flimmercylinder vor. E. H. Weber[1] hat ein bequemes Mittel angegeben, um sie aus dem lebenden Körper jederzeit zur Untersuchung zu erhalten. Man fährt mit dem Schafte einer Feder in die Nase, an welchem die harte Lamelle oben losgelöst und hakenförmig umgebogen ist. Indem man den Haken leise an der Nasenscheidewand hin und her bewegt, erhält man die Oberhaut in Gestalt eines Schleimes, den man mit dem Messer auf eine Glasplatte überträgt. Die Flimmerbewegung dauert an diesen abgelösten Zellen bisweilen über eine halbe Stunde lang.

Physiologie.

Die geschichtete Oberhaut wächst von der Cutis aus und nur an der Oberfläche der letzteren bildet sie sich neu. Dies beweist folgendes Experiment E. H. Weber's[2]. Als er an der Spitze eines Fingers durch 4 senkrecht in die Oberhaut gemachte Schnitte ein kleines Quadrat der Oberhaut, das die Dicke des Nagels dieses Fingers hatte, getrennt und mittelst eines spitzen Messers herausgehoben hatte, ohne daß die Lederhaut von der Oberhaut ganz entblößt oder sonst verletzt worden war, so füllte sich die kleine hierdurch entstandene vierseitige Grube weder aus, noch veränderten sich die Schnittflächen der durchschnittenen Oberhaut. Ein solcher Substanzverlust wird nur dadurch wieder geebnet, daß die benachbarte Oberhaut nach und nach sich abschuppt. Diese Abschuppung aber findet bei der Epidermis beständig statt. Ist sie auch im gesunden Zustande nicht an allen Stellen wahrnehmbar, so läßt sie sich doch nachweisen, dadurch, daß oberflächlich gefärbte Hautstellen nach und nach verschwinden, ferner durch die große Menge von Epidermisschüppchen, die sich beim Baden in einer Wanne auf der Oberfläche des Wassers sammeln, durch die Menge, welche sich anhäuft, wenn man ein Glied lange Zeit umwickelt hat, am leichtesten aber auf den Schleimhäuten, wenn man die Masse von Zellen betrachtet, welche z. B. von den Wänden der Mundhöhle und der Oberfläche der Zunge mit dem Speichel weggeschwemmt werden. So wie aber die Abschuppung beständig stattfindet, werden auch immer neue

[1] a. a. O.

[2] Hildebr. Anat. I. S. 191.

Schichten an der Oberfläche der Cutis erzeugt, die nach und nach zu äußeren werden. Dadurch haben wir ein Mittel, indem wir die einzelnen Lagen des geschichteten Epitheliums verfolgen, die successiven Veränderungen kennen zu lernen, welche die einzelne Epitheliumzelle bei ihrem Fortschreiten von innen nach außen erfährt. Wir schließen daher, aus den oben mitgetheilten anatomischen Thatsachen, daß die Kerne zuerst vorhanden sind, um diese die Zelle sich bildet und anfangs ziemlich gleichmäßig an Größe zunimmt, später aber, indem sie vorzugsweise in die Breite wächst, zugleich sich abplattet, bis sie zuletzt zu einem Schüppchen von unmeßbarer Dicke wird: daß auch die Kerne anfangs, obgleich in geringerem Maaße, an Ausdehnung zunehmen, dabei blasser und platter werden und endlich, in der Epidermis der äußeren Haut, völlig verschwinden. Zugleich verändert sich bei dieser Entwickelung die chemische Qualität der Zellenmembran. Sie wird, in Hornstoff umgewandelt, unlöslich in Essigsäure. Der anfangs flüssige Inhalt der Zelle verschwindet, wahrscheinlich indem er fest wird und die Zellenwand verstärken hilft. Ueber die früheren Perioden in der Bildung der Epidermis gab die Untersuchung der normalen Oberhaut keinen Aufschluß, allein meine Beobachtungen über Regeneration derselben nach Entzündung lehren, daß auch hier, wie für viele andere Gewebe nachgewiesen ist, die Zellenkerne aus einzelnen, 2—4 kleineren Körnchen entstehen[1]. Kerne, welche durch unvollkommene Spaltung diesen Ursprung verrathen, finden sich auch zuweilen in den jüngeren Schichten (Taf. I. Fig. 7. a). Ich habe schon oben nachzuweisen gesucht, daß auch die Zellen des Cylinder- und Flimmerepitheliums aus einfachen, rundlichen Zellen hervorgehen. Valentin vermuthet[2], daß Flimmercylinder auch durch Verschmelzung zweier übereinander stehender Zellen und Schwinden der Zwischenwände entstehen, weil nämlich in einem und demselben Cylinder, seinen Beobachtungen zufolge, oft zwei Kerne vorkommen.

Es geht aus der Vergleichung der verschiedenen Epitheliumzellen hervor, daß die Ursache ihres Wachsens nur in den Lebenseigenschaften der Zellen selber gesucht werden kann. Daß nicht äußere Einflüsse, weder Druck noch Verdunstung, noch Oxydation schuld an der eigenthümlichen Entwickelung der Epidermis sey,

1 Ueber Schleim- und Eiterbildung. S. 56.

2 Müll. Arch. 1840. S. 205.

haben schon Ruysch und Albinus[1] bewiesen, indem sie zeigten, daß schon bei Embryonen von 1″ Länge die Epidermis in der Handfläche und Fußsohle dicker ist, als am übrigen Körper. Bei dem Cylinder- und Flimmerepithelium wird ohnehin Niemand an solche äußere Einflüsse denken.

Auch die Cutis enthält nicht den Grund, daß die Oberhautzellen sich so oder so umwandeln. Sie bestimmt nur die allgemeine Form der Oberhaut, indem diese den Erhöhungen und Vertiefungen der Cutis folgt, und deswegen verändert nach Degenerationen der Cutis auch die Epidermis ihr Ansehen. Nach einem Substanzverluste regenerirt sich statt der Nervenpapillen der Cutis, statt der Drüsen und Haarbälge u. s. f. nur ein festes, glattes, minder gefäßreiches Zellgewebe und darum ist auch die Epidermis auf Narben glatt, glänzend und weiß. Nur insofern kann man die Lederhaut das Bildungsorgan der Oberhaut nennen, als die Gefäße derselben den Stoff hergeben, mittelst dessen die Oberhaut sich erzeugt und wächst. Die Oberhaut ernährt sich nur durch Tränkung aus dem Blutwasser, welches die Wände der Capillargefäße der Cutis durchdringt. Die Oberhaut selbst hat keine Gefäße, darin stimmen fast alle Beobachter überein, und wenn es hier und da anders gefunden wurde, so läßt sich der Grund des Irrthums nachweisen[2].

Da der Epidermis der Nahrungssaft von der unteren Fläche her zuströmt, so erfolgt auch an der unteren Fläche die Neubildung derselben. Aber nicht nur die Bildung neuer Zellen, sondern auch die weitere Entwickelung und Ernährung der gebildeten beruht auf dieser Tränkung und dies ist ein Grund mehr für die Abhängigkeit der Oberhaut von der gefäßreichen Matrix. Bildet sich bei oberflächlichen Entzündungen der letzteren ein krankhaftes Exsudat zwischen Lederhaut und Oberhaut, so stirbt die letztere ab. Wenn die Exsudation merklich ist, so wird die Oberhaut durch dieselbe in Blasen und Pusteln erhoben, welche entweder platzen, worauf die Flüs-

1 Acad. adnot. Lib. I. Cap. 5.

2 In der neuesten Zeit hat J. Müller (s. dessen Archiv. 1834. S. 30) eine Beobachtung von Schultze mitgetheilt, wonach an der inneren Seite der Epidermis ein mit dem Mikroskop nachweisbares Gefäßnetz sich finden soll, welches Schultze durch Injection mit ungefärbtem Terpenthinöl und Eintauchen des injicirten Armes in heißes Wasser dargestellt haben wollte. Hier wurden die netzförmigen Zwischenräume zwischen den Zellenkernen für ein Capillarnetz genommen.

sigkeit ausfließt und die Lappen der Oberhaut vertrocknen, oder welche sammt ihrem Inhalte sich in Krusten verwandeln und abfallen. Schon bei unmerklich geringer Exsudation stirbt die Epidermis und regenerirt sich aus dem Exsudate, darauf beruht die Desquamation nach rosigen Hautentzündungen. Auf der anderen Seite begünstigen geringe und häufig wiederholte Congestionen in der Matrix die Entwickelung der Epidermis. So bedingt eine heftige Reizung den Verlust der Epidermis und ein anhaltender und leichter Druck verdickt sie zu Schwielen. Sie wird nicht nur rascher neu erzeugt, sondern jede Zellenlage erhält sich auch länger, verträgt eine weitere Entfernung von dem ernährenden Boden. Im Interesse der Hautkrankheiten ist es wichtig, diese beiden Momente wohl zu trennen. Es giebt eine Hypertrophie der Haut, wobei ebenso schnell alte Lagen abgestoßen, als neue erzeugt werden, beides erfolgt rascher, als im gesunden Zustande, aber die Epidermis wird dabei nicht dicker, z. B. bei der Pityriasis. Diese Krankheit kann mit verminderter Lebensthätigkeit der Cutis bestehen und das Absterben der äußeren Lagen die erste Schuld seyn, daß neue gebildet werden. Im anderen Falle werden neue Lagen gebildet, ohne daß die alten in gleichem Maaße absterben, und dadurch die Dicke der Oberhaut vermehrt. Die Dicke der Oberhaut ist gleich dem Wege, den eine einzelne Zelle von ihrem ersten Entstehen bis zum Absterben durchläuft, oder gleich der Strecke, bis zu welcher eine Epitheliumzelle von der Matrix und also von der Quelle ihres Nahrungssaftes entfernt werden kann, ohne abzusterben; diese Entfernung ist an verschiedenen Stellen schon typisch verschieden, kann aber auch durch erhöhte Lebensthätigkeit der Matrix, durch Congestion, künstlich vermehrt werden. Uebrigens sind in den meisten Fällen die Schwielen u. a. Verdickungen der Oberhaut nicht reine Hypertrophien, sondern auch Entartungen, wobei das Gewebe der Epidermis fester, compacter wird, auch Fasern bildet; dies weiter zu verfolgen, überlassen wir der pathologischen Anatomie.

Die Zeit und Weise der ersten Bildung ist nur für die Epidermis untersucht und auch hier noch sehr unvollständig. Nach Wendt[1] ist das Erste, was entsteht, die Cutis, die man wohl besser als ungesonderte Cutis und Epidermis betrachtet. Von ihr scheidet sich mit zunehmendem Alter der obere Theil als Epidermis

[1] De epid. humana p. 28.

Diese ist, wie Meckel beobachtete und Wendt bestätigt, schon im zweiten Monat sichtbar, und durch eine gelatinose Schicht (rete Malpighii) von der Lederhaut geschieden. Die Fäden zwischen Cutis und Epidermis sah Wendt nicht vor dem vierten Monate des Fötuslebens. Die Epidermis des Fötus ist verhältnißmäßig dicker als die des Erwachsenen, vielleicht weil sich die unteren Schichten der Zellen noch zu Zellgewebe umwandeln. Bei jungen Embryonen bestehen auch die oberen Lagen der Epidermis der Mundhöhle nicht aus Schüppchen, sondern aus polyedrischen, dem Pflanzenzellgewebe ähnlichen, mit Flüssigkeit gefüllten Zellen [1]. Die letzte Umwandlung erfolgt an den Zellen der Epidermis der äußeren Haut erst nach der Geburt. Zwar ist die äußere Haut des Embryo nicht Schleimhaut und die Zellen ihrer Oberhaut sind, wie die der Epidermis, sehr platt, unregelmäßig, meist ohne Kern. So findet man sie in großer Menge in dem sogenannten Smegma, der dicken Lage abgestoßener Oberhaut, welche bei der Geburt die Oberfläche des Körpers bedeckt. Doch sind diese Schüppchen weich und biegsam, und werden erst später durch die festeren, spröderen, minder durchsichtigen Lamellen ersetzt, wie sie die Haut des Erwachsenen bedecken. Das Flimmerepithelium der weiblichen Genitalien fehlt bei Kindern und jungen Thieren. In der Respirationsschleimhaut ist es schon bei Schweineembryonen von 2″ Länge deutlich [2]. Bei einem fast reifen Fötus fand ich Flimmerepithelium auf der unteren Fläche der Epiglottis, wo beim Erwachsenen keins vorkommt.

Vielleicht ereignet es sich schon während des Fötuslebens ein- oder mehrmals, daß die gebildete Oberhaut abstirbt und eine neue an deren Stelle tritt [3]. Gewiß aber tritt in der folgenden Lebensperiode an vielen Stellen eine Regeneration der Oberhaut bald continuirlich bald in längeren oder kürzeren Zeitabschnitten ein. Continuirlich regenerirt sich, wie bereits erwähnt, die Epidermis und das geschichtete Epithelium der Schleimhaut des Menschen. Eine Lage abgestoßener Oberhaut bedeckt beständig als schleimiger Ueberzug die Schleimhäute mit geschichtetem Pflasterepithelium und wird entweder durch Reiben mittelst fremder Substanzen weggeführt, z. B. vom Munde, dem Rachen und der Speiseröhre durch die Speisen, oder durch

[1] Raschkow, Meletemata p. 12.

[2] Purkinje et Valentin, Motus vibrator. p. 51. 52.

[3] Valentin, Entwickelungsgesch. S. 274.

flüssige Absonderungsproducte abgespült, von der Conjunctiva durch die Thränen, von der Mundhöhle durch den Speichel u. s. f. Doch scheint schon die Desquamation der äußeren Haut zu gewissen Zeiten stärker zu seyn. Im Magen wird das Epithelium sammt der oberflächlichen Drüsenschicht bei jeder Verdauung zerstört und umgiebt den Mageninhalt als eine grauliche, weiche Schleimschicht, welche schon Eberle[1] für die abgelöste innere Haut des Magens zu halten versucht war. An anderen Stellen scheint eine Erneuerung der Oberhaut nur zu gewissen Zeiten und in größeren Intervallen stattzufinden, wie ja auch bei vielen Thieren, namentlich Reptilien, die Regeneration der äußeren Haut periodisch ist. So häutet sich z. B. der ganze Darm in den ersten Tagen nach der Geburt. Er ist mit einer weißen, schleimigen Masse gefüllt, welche, bei ganz frisch getödteten Thieren, allein schon durch die Contraction der Muskeln aus durchschnittenen Darmstücken hervorgepreßt wird und aus nichts Anderem besteht, als den Epitheliumcylindern des Darmes, die noch in größeren Fragmenten zusammenhängen als hohle, handschuhförmige Zottenüberzüge oder als kleine, siebförmig durchbrochene Hautläppchen. Bei der Menstruation, also in vierwöchentlichen Perioden, und nach der Geburt scheint die flimmernde Oberhaut des Uterus sich zu erneuern. Ob daneben noch auf den ebengenannten Flächen und auf anderen Häuten mit ungeschichteter Oberhaut eine allmählige Regeneration der letzteren im gesunden Zustande stattfinde, ist schwer empirisch zu entscheiden. Denn es ist gewiß, daß die Oberhaut, wenn sie zufällig, durch mechanische Gewalt oder durch einen krankhaften Proceß abgelöst oder zerstört worden, sich in kürzester Zeit wiedererzeugt. Sieht man nun, daß eine Schleimhaut dann und wann einzelne Epitheliumtheilchen abstößt, wie dies allerdings fast auf allen sich ereignet, so kann dieser Verlust leicht durch eine beschränkte Krankheit oder Verletzung bedingt und die Neubildung der Oberhaut erst dadurch veranlaßt seyn. Die Zellen an der Oberfläche der serösen Säcke können wenigstens nicht bestimmt seyn, nach Art der äußeren Epidermis abgestoßen zu werden, sondern müßten aufgelöst und durch neue ersetzt werden. Wir haben aber so lange keinen Grund, eine beständige Regeneration einer Oberhaut zu vermuthen, als wir nicht unter den bestehenden und reifen Zellen die Anfänge einer neuen Generation wahrnehmen.

1 Physiol. d. Verdauung. S. 75.

Dies ist, wie gezeigt wurde, bei dem Cylinder- und Flimmerepithelium und beim Epithelium der meisten serösen Häute nicht der Fall.

Die Zwecke, welchen die Epithelien im Körper dienen, sind sehr mannichfaltig. Die Epidermis befördert als schlechter Wärmeleiter die Erhaltung der eigenen Körperwärme, ähnlich wie die hornigen Auswüchse derselben, Federn und Haare. Sie schützt die gefäß- und nervenreiche Cutis vor der Einwirkung äußerer Schädlichkeiten, denn die Empfindlichkeit der Lederhaut ist nach Verlust der Epidermis in bedeutendem Maaße erhöht. Gifte und Contagien sind, auf die unverletzte Haut gebracht, unschädlich oder doch viel weniger schädlich, als wenn sie mit der entblößten Cutis in Berührung kommen. Vesicantien, auf die Handfläche oder Fußsohle gelegt, wo die Epidermis am stärksten ist, ziehen keine Blasen (Bichat). Diese schützende Wirkung kommt natürlich um so weniger in Betracht, je feiner die Oberhaut. Uebrigens ist auch die festeste Oberhaut durchdringlich; sie gestattet gas- und tropfbarflüssigen Körpern den Durchtritt und selbst festen Stoffen, wenn sie in feinzertheilter Form eingerieben werden.

So gut, wie von außen nach innen, ist die Oberhaut auch von innen nach außen permeabel und steht insofern zu den Absonderungen in einem passiven Verhältniß. Je dünner sie ist, um so leichter wird sie durchdrungen von Flüssigkeiten, die aus den Blutgefäßen durchgeschwitzt oder secernirt werden, und deshalb kann auf der Oberfläche der serösen Häute und der Schleimhäute mit ungeschichteter Oberhaut leicht eine reichliche Ergießung erfolgen, während eine rasch angesammelte Flüssigkeit die Epidermis nicht durchdringt, sondern in eine Blase aufhebt und endlich zerreißt. Daß aber die Oberhaut auch eine active Beziehung zu den Absonderungen haben könne, daß ihre Zellen selbst gewisse Stoffe aus dem Blute anziehen und nach der Oberfläche wieder abgeben, läßt sich nicht bestreiten, weil, wie sich zeigen wird, auch die Substanz absondernder Organe im Wesentlichen aus Zellen besteht, und es ist deshalb wahrscheinlich, weil es Drüsen giebt, deren ganzes Parenchym zuletzt aus denselben Zellen zusammengesetzt ist, wie das Epithelium ihrer Ausführungsgänge. Indeß ist nicht zu übersehen, daß an manchen Stellen für specifische Secretionen neben den Epitheliumzellen noch andere vorkommen. Im Magen wird die Epitheliumschicht gleich zu Anfange der Verdauung abgestoßen, und dann erst

kommen die Zellen, welche den Magensaft bilden, zum Vorschein. Im Hoden liegen die Zellen, in welchen sich die Samenthierchen entwickeln, innerhalb des cylindrischen Epitheliums. Auf diesen Punkt muß ich bei der Anatomie der Drüsen zurückkommen.

Eine der merkwürdigsten physiologischen Thatsachen ist die selbstständige Bewegung der Wimpern auf den Cylindern des Flimmerepitheliums. Sie ist nicht von dem Einflusse der Nerven abhängig, denn die Nerven verbreiten sich nicht bis zu der flimmernden Oberhaut; die Bewegung wird auch nicht aufgehoben durch unmittelbare Application von narkotischen Stoffen oder Vergiftung mittelst derselben [1]. Sie dauert an völlig isolirten Zellen, oft sehr lange Zeit, fort [2] und daraus ergiebt sich, daß der ganze Apparat und Grund der Bewegung in der einzelnen Zelle enthalten seyn muß. Die Längsstreifen, welche man an dieser zuweilen sieht, könnten auf den Gedanken bringen, daß eine Art Muskelfasern im Innern der Zelle die Bewegung der Härchen veranlasse. Indeß giebt es sonst kein Beispiel von Muskeln ohne Nerven; auch sind diese Längsstreifen keineswegs allgemein. Das Princip der Bewegung der Cilien ist noch völlig unbekannt.

Purkinje und Valentin [3] unterscheiden drei Arten der Bewegung an den Cilien, 1. eine trichterförmige, wobei sich die Basis des Haars wie die Spitze eines Trichters um ein Centrum dreht und die Spitze einen weiten Kreis beschreibt. Diese kreisförmige Bewegung geht, wenn sie ermattet, in eine oscillirende über. 2. Das ganze Haar biegt sich wellenförmig, gleich dem Schwanze der Spermatozoen. 3. Die Haare krümmen sich hakenartig, so daß der untere Theil wenig oder nicht bewegt wird, und nur die Spitze sich biegt und gleich wieder zurückschnellt. Nur die letzte Art der Bewegung habe ich deutlich bei Wirbelthieren gesehen. Im Anfange, wenn man den umgeschlagenen Rand einer lebhaft flimmernden Schleimhaut betrachtet, macht sie den Eindruck eines rasch fließenden Wassers, eines rieselnden Baches. Beobachtet man die Flimmerbewegung in feinen geschlossenen Canälen, wozu man

[1] Purkinje et Valentin, Motus vibrat. p. 83. Müll. Arch. 1835. S. 159.

[2] Bei wirbellosen Thieren (Schnecken) an einzelnen faulenden Stückchen oft mehrere Wochen.

[3] a. a. O. p. 60.

bei niederen Thieren vielfach Gelegenheit hat, z. B. in den schleimförmigen Körpern des Regenwurmes und der Branchiobdella, so kann man sie mit nichts besser, als mit dem Flackern eines brennenden Lichtes vergleichen. Später, wenn sie etwas ruhiger wird, gleicht sie dem Wallen eines Kornfeldes im Winde. Nach längerer Zeit, wenn schon einzelne Cilien aufhören, sieht man andere gleichzeitig oder nacheinander sich krümmen und wieder aufrichten; dies geschieht erst rhythmisch und in kurzen, dann in längeren Pausen, endlich ohne Ordnung dann und wann einmal; zuweilen ruhen auch einzelne oder ganze Reihen eine Zeitlang und nehmen dann ihre Bewegungen wieder an. Um die Bewegung besser zu verfolgen, kann man sie auch künstlich verlangsamen; man befeuchtet, statt mit Wasser, die zusammengefaltete Schleimhaut mit Oel oder Gummilösung, Flüssigkeiten, welche durch ihre Tenacität die freie Bewegung der Cilien hemmen, ohne diese selbst anzugreifen [1].

Auch der Einfluß physikalischer und chemischer Agentien auf die Flimmerbewegung wurde von Purkinje und Valentin untersucht [2]. Mechanische Erschütterung und Berührung macht sie lebhafter und erweckt sie wieder, wenn sie bereits erstorben war. Sie hört auf bei einer Temperatur von + 5° und, wie sich von selbst versteht, bei einer Wärme, welche die organischen Flüssigkeiten gerinnen macht. Galvanismus wirkt nur örtlich nachtheilig und wahrscheinlich durch chemische Zersetzung. Unter den chemischen Reagentien sind, wie bereits erwähnt, Narcotica ohne Einfluß, Essigsäure, auch sehr verdünnte, und starke Mineralsäuren vernichten die Bewegung rasch; nicht minder nachtheilig zeigen sich Liquor Ammonii caust., Salpeter, ferner von Metallsalzen Sublimat, salpetersaures Silber, Tartarus stibiatus. Alaun, Salmiak, Kochsalz, sowie Aether und Alkohol schaden nur, wenn sie ziemlich concentrirt angewandt werden. Durch Blutserum kann die Dauer der Flimmerbewegung sehr verlängert werden, indifferent oder günstig zeigen sich Urin, Dotterflüssigkeit, Eiweiß, Milch; Galle hemmt die Thätigkeit der Cilien augenblicklich.

Durch die Wimperbewegung wird eine Strömung in der Flüssigkeit erzeugt, in welcher die Cilien arbeiten, und zwar in der entgegengesetzten Richtung von der, nach welcher sie sich krümmen,

1 Purkinje u. Valentin a. a. O. p. 78.

2 a. a. O. p. 70 ff.

weil sie beim Aufsteigen die Flüssigkeit vor sich her stoßen. Man überzeugt sich davon, wenn man derselben kleine Partikelchen, z. B. die Körperchen des schwarzen Pigmentes beimischt, leichter noch und mit bloßem Auge, wenn man die flimmernde Fläche mit einem gefärbten Pulver, Kohlenstaub u. dergl. bestreut. Auf der flimmernden Haut des Schlundes des Frosches wird dasselbe ziemlich rasch von oben nach unten, gegen den Magen bewegt. Feste Theile, die in der Flüssigkeit schwimmen, welche die Cilien umgiebt, werden durch den erregten Strom rasch gegen den flimmernden Rand angezogen und an demselben hingeführt oder wieder abgestoßen; einzelne lose Stückchen einer flimmernden Substanz rudern sich mittelst der Cilien fort oder im Kreise herum. Wenn alle Cilien einer flimmernden Fläche in einer bestimmten und constanten Richtung rudern, so können sie die Bewegung von Stoffen, flüssigen und festen, in den Höhlen und Canälen des Körpers vermitteln. In der That scheint die Richtung der Strömung in den meisten Fällen eine constante zu seyn. Die Bewegung von Körpern durch die Cilien geht nach Purkinje und Valentin[1] meistens von innen gegen den Ausgang der Schleimhäute hin. Damit stimmen auch Sharpey's Beobachtungen[2]. Auf der unteren Muschel eines Kaninchens ging die Strömung von innen nach außen, in den Kieferhöhlen schien sie gegen die Oeffnung gerichtet zu seyn. Im Schlunde des Frosches dagegen ist sie von der Symphyse des Unterkiefers an nach hinten gerichtet, am Gaumen geht sie ebenso von vorn nach hinten, an den Nasenlöchern treten bei den Eidechsen die Partikeln an einem Rande der Oeffnung ein und am anderen aus. Indeß kommt auch zuweilen eine rhythmische Abwechselung vor. Purkinje und Valentin[3] sahen die accessorischen Kiemen der Anodonta 6 bis 7 Minuten lang nach einer, dann eben so lange nach der andern Seite flimmern. Und wo die Richtung beständig ist, entspricht sie nicht immer derjenigen, welche man nach der Function der Organe voraussetzen darf. In der Trachea müßte sie zur Entleerung der Secretion von innen nach außen, in den Genitalien zur Beförderung des Samens von außen nach innen stattfinden. Purkinje und Valentin fanden sie in beiden Fällen umgekehrt, an der Trachea eines Huhns von außen nach in-

1 N. A. N. Cur. XVII. 2. p. 849.
2 *Ann. des sc. nat. 2e sér. III, 360.*
3 Motus vibrat. p. 67.

nen, an dem Eierleiter desselben Thieres von innen nach außen. Sind Cilien zur Bewegung der Flüssigkeiten, z. B. des Schleimes nöthig, so ist schwer zu begreifen, warum sie in einem System vorhanden sind, in einem anderen fehlen oder in demselben Organ in verschiedenen Thieren bald vorhanden sind, bald nicht, wie z. B. ausnahmsweise die Lebergänge bei den Mollusken flimmern, die Conjunctiva palpebrarum nur beim Menschen. Auch ist nicht zu übersehen, daß gerade dann, wenn Flüssigkeiten fortgeschafft werden müssen und wirklich fortgeschafft werden, das Flimmerepithelium häufig zu allererst verloren geht und das erste ist, was entfernt wird, wie beim Katarrh. Endlich erscheint Flimmerepithelium noch auf Oberflächen, längs welchen, im gesunden Zustande wenigstens, nichts zu bewegen ist, in den Gehirnventrikeln, in serösen Säcken u. s. f. Alles dies muß darauf führen, daß die flimmernden Epithelien noch eine andere Bedeutung haben, als die mechanische, welche zuerst in die Augen fällt.

Die drei beschriebenen Oberhautformen sind weit durch die Thierwelt verbreitet und es scheinen in dem Bau der Elementartheile nur einige, minder wesentliche Verschiedenheiten vorzukommen. So scheint der Cytoblast der pflasterförmigen Epitheliumzellen in der Haut des Proteus granulirt, aus einzelnen kleinen Körnchen zusammengesetzt (Valentin, Repert. I. Taf. II. Fig. 34); die flimmernden Epitheliumzellen sind nicht immer cylindrisch, sondern bei den Fröschen z. B. auch vollkommen kugelig, auf der einen Hemisphäre glatt, auf der anderen mit Cilien besetzt.

Wichtigere Unterschiede zeigen sich in der relativen Ausbreitung der einzelnen Arten von Epithelium bei verschiedenen Thieren, und namentlich hat in dieser Hinsicht das Flimmerepithelium Aufmerksamkeit erregt. Purkinje und Valentin haben in ihren mehrerwähnten Schriften schon sehr ausführliche Mittheilungen gemacht über die Häute, welche bei höheren und niederen Thieren flimmern; von den vielen Nachträgen, die von vielen Seiten zu diesem Gegenstande gemacht worden sind, erwähne ich nur die in histologischer Hinsicht interessante Entdeckung von Flimmerepithelium auf den serösen Häuten, dem Herzbeutel und Bauchfell mehrerer Reptilien (C. Mayer, Fror. Not. 1024).

An die Stelle der Epidermis treten bei Thieren mancherlei, theils hornige, theils knöcherne Productionen, Schuppen, Schilder, Horndecken der Insecten u. s. f. Von diesen sind nur wenige bis jetzt in Beziehung auf ihr Gewebe untersucht. Ueber die Schmetterlingsschuppen s. *Bernard-Deschamps, Ann. d. sc. nat. 2e sér. III, 111;* über Fischschuppen: *Mandl, Anat. microscop. Livr. V. Ann. d. sc. nat. 2e sér. XIII, 62.* Dagegen *Agassiz, Ann. d. sc. nat. 2e sér. XIII, 58.* Valentin's Repertor. 1840. S. 184. Mayer, die Metamorphose der Monaden. S. 16.

Wenn auch bis auf die neueste Zeit die Oberhaut fast durchgängig als ein unorganisirtes Absonderungsproduct der Cutis angesehen wurde, und die Gegner dieser Ansicht (Rudolphi, Mojon, Wendt) ihre Argumente mehr aus physiologischen Thatsachen, als aus Beobachtung der Structur entlehnten, so wurde doch der zusammengesetzte Bau derselben zu wiederholten Malen mehr oder minder vollständig beschrieben. Leeuwenhoek (Opp. III, 46) sah, daß die äußere Oberhaut aus dicht nebeneinander geordneten Schüppchen besteht, deren 200—270 von einem Sandkorne bedeckt werden könnten, und daß diese Schüppchen abgestoßen werden (III, 504); nur führte ihn der Gedanke an die Aehnlichkeit dieser Schüppchen mit Fischschuppen zu mancherlei unrichtigen Angaben. In den Epistolae physiologicae (Opp. II, 408), wo er tiefere Schichten der Epidermis vor Augen hatte, nimmt er die Zellen für durchschnittene Gefäße und die Kerne für Oeffnungen dieser Gefäße, d. h. für Poren, durch welche der Schweiß abgesondert werde; so kommt es, daß er die Zahl der Poren auf 120 in 1/10" angiebt. Diese Poren sollen in der Regel nicht offen seyn, sondern von Schüppchen bedeckt, die man erst abschaben müsse. In dem Schleime der Scheide entdeckte er Schüppchen, von denen er vermuthete, daß sie die innere Haut derselben gebildet hätten und *vielleicht* durch den Coitus abgestreift worden seyen. Opp. I, 153. 155. Daß die Schuppen aus der Mundhöhle denen der äußeren Haut ähnlich, nur breiter und weicher seyen, wurde von ihm bereits angegeben (Opp. III, 51). Auch die cylindrischen Epitheliumzellen des Darmes hat derselbe gesehen, wenngleich das Bild unrichtig gedeutet (p. 54. 61). Die netzförmigen Interstitien, welche zwischen den Endflächen der Cylinder sichtbar sind, wenn man das Epithelium von oben betrachtet, hält er für ein feines Gefäßnetz. In den Interstitien des Netzes liege eine Materie, die anfangs aus Kügelchen zu bestehen geschienen, dann aber als aus Fasern zusammengesetzt erkannt worden sey, welche an dem einen Ende von dem genannten Gefäßnetze bedeckt und umschlossen, durch das andere Ende mit derjenigen Haut verbunden gewesen seyen, welche die Anatomen für die innere Darmhaut halten. Es sey also die Substanz, welche sonst als Darmschleim betrachtet werde, eine organische Haut; er nennt sie den inneren Darmmuskel, indem er die Stäbchen derselben für Muskelfasern hält. Die Abbildung (a. a. O. Fig. 7) ist freilich sehr ungenau.

Nicht viel besser sind die Abbildungen der Epidermis bei Ledermüller (Mikrosk. Ergötzung. 1763. Taf. LV), wo indeß Fig. 5 d der Kern der Schüppchen wohl angegeben ist, und bei Della Torre (*Nuove osserv. 1776. Tav. XIII. Fig. 7*). Eine ganz richtige Abbildung der Epitheliumzellen von der äußeren Haut des Aals findet sich bei Fontana (Viperngift. 1781. Taf. I. Fig. 10). Er schildert S. 402 die Körperchen aus dem Hautschleime der Aale als Blättchen mit einem runden Kerne, der einen centralen, runden, dunkeln Fleck habe, ohne jedoch ihren wahren Ursprung zu errathen. Raspail (*Breschet Répert. gen. T. IV. P. 2. 1827. Tab. II. Fig. 2. 8*) gab eine sehr gute Abbildung der Oberhaut bei hundertfacher Vergrößerung, er beschrieb (p. 156. 161) deren Elemente als platte Zellen, welche hier und da Kügelchen enthielten; da er aber seine Untersuchung hauptsächlich in der Absicht unternommen hatte, um die von Fontana und Milne Edwards behauptete Gleichförmigkeit der organischen Elemente zu widerlegen, so entging ihm das Gesetzmäßige in der ursprünglichen Form der Zellen. In einer späteren Abhandlung (ebendas. *T. VI. P. 4. 1828. p. 161. Fig. 9—14*) liefert er eine richtige Beschreibung und gute Abbildung der Epitheliumplättchen aus dem Munde. Delle Chiaje (*Epid. umana. 1827*) glaubte, daß die Epidermis aus getrockneten und des Faserstoffes beraubten Blutkügelchen gebildet werde, eine Hypothese, welche, so irrig sie ist, doch auf einer richtigen Beobachtung beruht. Die Zellenkerne, welche auf der inneren Fläche der Epidermis, und namentlich angehäuft auf den netzförmigen Vorsprüngen derselben liegen, welche in die Furchen zwischen den Hautpapillen hineinragen, hält er für Blutkörperchen, wozu ihre röthliche Farbe leicht verführen konnte; die Begrenzungslinien der einzelnen Zellen hält er für Fasern, welche von den Blutkörperchen ausgehen sollten. Die Abbildungen Fig. IV und V beweisen dies deutlich genug. Da er an den Blutkügelchen eine Neigung bemerkte, sich beim Trocknen in kreisförmigen, netzartig aneinander gefügten Reihen zu ordnen, so durften dieselben nur aus den Gefäßen austreten, um durch Vertrocknen zu Epidermis zu werden. Krause (Anat. I. 1833. S. 77), welcher der Oberhaut ein zelliges Gefüge und den einzelnen Zellen einen Durchmesser von 1/70—1/120''' zuschreibt, hat wahrscheinlich sowohl Zellen, als Zellenkerne gemessen.

Im Jahre 1834 erschien eine ausführliche Abhandlung von Breschet und Roussel de Vauzème über die Haut (*Ann. d. sc. nat. 2e sér. p. 167. 321*), in welcher neben vielen schönen Entdeckungen auch viele Irrthümer, besonders über das Gewebe der Oberhaut, vorgetragen werden. Rete Malpighii und Epidermis betrachten die Verfasser als das Secretionsproduct von zwei drüsigen Apparaten, welche in der Dicke der Cutis liegen, einem *Appareil blennogène* und *chromatogène*. Der erste sondere einen Schleim oder eine anfangs hornige Materie, der zweite ein Pigment ab, beide ergießen sich zwischen die Papillen der Oberhaut, mischen sich dort und trocknen an der Oberfläche, wie geschmolzenes Wachs zuerst an der Oberfläche gerinnt. Der *Appareil blennogène* bestehe aus einer Drüse und einem Ausführungsgange, der sich in den Furchen der Cutis öffne; von demselben wird bei der Cutis die Rede seyn. Der *Appareil chromatogène* (p. 323) soll auf der äußeren Fläche der Haut,

in den Furchen derselben, liegen; er sey von schwammigem, festem Baue, sehr gefäßreich, von seiner Oberfläche gehen zahlreiche, kurze Ausführungsgänge aus, die im Grunde der Furchen enden. Zerreiße man das Gewebe, so finde man eine Menge feiner Fäden, aus welchen farblose Schüppchen oder Körperchen in großer Menge hervortreten. Offenbar wurden hier die Bindegewebefäden der obersten Schicht der Cutis und die untersten und feinsten Zellen der Oberhaut in Verbindung miteinander und als zusammenhängende Schicht dargestellt. Daß die Zellen in den Fäden enthalten gewesen seyen, ist wohl nicht Resultat der Beobachtung. Auch an den isolirten Schweißcanälen haben Breschet und Roussel de Vauzème die feinen Zellen des Rete Malpighii gesehen; die Oberfläche derselben sey von Hornmaterie bedeckt, welche dachziegelförmig über einem centralen Canale liege; bewege man sie unter dem Glase, so löse sich eine Menge unregelmäßiger polygonaler Schuppen von ihnen ab (p. 193). In der Abbildung Pl. X. Fig. 16 sind sogar an den meisten Schüppchen die Kerne deutlich angegeben. Schwerer sind die Schuppen zu deuten, aus welchen das Gewebe der Oberhaut selbst bestehen soll, Körperchen, welche im Allgemeinen die Form eines unregelmäßigen Trapezes und eine gewisse Dicke haben, streifig, weiß und durchsichtig sind, dachziegelförmig übereinander auf einem zelligen Gewebe liegen und schon mittelst der Loupe sichtbar sind (p. 329). Die Schuppen sollen bei verschiedenen Racen von verschiedener Form seyn und daraus die Farbenunterschiede der Racen hervorgehen (p 341).

Das netzförmige, dem Pflanzenzellgewebe ähnliche Ansehen der Epidermis wurde von Gurlt bemerkt (Müller's Archiv. 1835. S. 405. Taf. X. Fig. 3). Richtige Beobachtungen, mit falsch gedeuteten untermischt, finden sich bei Treviranus (Beiträge. Hft. 2. 1835. S. 85. Vgl. die Abbildungen Hft. 4). Die Oberhaut des Menschen soll homogen seyn, von Fasern durchzogen, die ein Netzwerk bilden. Dagegen kämen beim Frosche auf der äußeren Haut unregelmäßige Fünfecke vor mit einer kleinen, dunkel punktirten Kreisfläche in der Mitte. Die Begrenzungen der Zellen werden häufig für Capillarnetze angesehen, z. B. an der inneren Fläche der Hornhaut (S. 101. Fig 80).

Berres giebt auf Taf. IV. Fig. 14 seiner Anatomie der mikroskopischen Gebilde (1836) die Abbildung eines Blättchens Hornsubstanz, an welcher man einzelne Zellen und in denselben eingeschlossene Kügelchen bei aufmerksamer Betrachtung wohl erkennt, indeß sind auch Zellen mit 2 und 3 Kügelchen nebeneinander und Kügelchen ohne umgebende Zelle gezeichnet. Da das Ganze durchaus nicht den Charakter der Epidermisblättchen hat und für die Vergrößerung (150 Dm.) viel zu klein ist, so muß man zweifeln, ob die Aehnlichkeit der Form eine mehr als zufällige ist. Eine andere Abbildung (ebendas. Taf. VII. Fig. 9. 10) stellt die Vertiefungen der Epidermis zur Aufnahme der Tastwarzen und die Scheiden der Haare von der inneren Seite dar. In den Gruben scheinen die kleinen Zellen des Rete Malpighii angedeutet zu seyn. Die Fig. 11 derselben Tafel, Structur der Oberhaut bei 540maliger Vergrößerung, zeigt ein ganz unklares, faseriges Gewebe. Als Tastwarzen der Conjunctiva bulbi (Taf. XIII. Fig. 3. b. c) sind unzweifelhaft die tieferen Epitheliumzellen der Conjunctiva dargestellt, wie der in den meisten sichtbare Kern beweist.

Auf eine entschiedene Weise wurde die Zusammensetzung der Epidermis aus kernhaltigen Zellen zuerst von Purkinje gelehrt und in den Schriften seiner Schüler vorgetragen. Raschkow (Meletemata. 1835. p. 11. 12) untersuchte die äußere Haut und die Epidermis des Zahnfleisches; Valentin die Epidermis der Conjunctiva, wo die tiefe Lage rundlicher Zellen wie bei Berres als Wärzchenschicht beschrieben wurde (Repertorium. I. 1837. S. 143. Taf. I. Fig. 24), und die äußere Haut des Proteus anguineus (ebendas. S. 283. Taf. II. Fig. 34). An den Epitheliumzellen der Conjunctiva entdeckte Valentin das Kernkörperchen. Von demselben geschah auch des Epitheliums der Samenblasen (Repert. I. S. 280) und zuerst des Epitheliums auf einer serösen Haut Erwähnung (ebendas. S. 279) In dem Serum, welches den Herzbeutel eines Hingerichteten erfüllte, sah er eine sehr große Zahl rundlicher Blättchen, welche auf der äußeren Oberfläche granulirt waren und in der Tiefe bisweilen einen deutlichen Nucleus zeigten. Er erklärte sie für Reste des durch die permanente Häutung abgehenden Epitheliums der inneren Oberfläche des Herzbeutels. Vom zelligen Ueberzuge der Plexus choroidei, welchen Purkinje für epidermidal erklärte (Müller's Archiv. 1836. S. 290), gaben Valentin (Verlauf und Enden der Nerven. Fig. 23. 24) und Purkinje (Naturf. Vers. in Prag. 1838. S. 178. Fig. 13—15) Abbildungen. Die eigenthümliche Form der Zellen konnte aber an der zusammenhängenden Haut nicht sichtbar werden; Valentin übersah die stachelförmigen Fortsätze und auch Purkinje's Angabe, daß jede Zelle ein äußeres, freies und rundes, und ein inneres spitzes Ende habe, bedarf der Berichtigung [1]. Valentin sieht an den Zellen, sowie an den außen haftenden Kügelchen (er nennt sie Pigmentkügelchen) eine spiralige Anordnung, wovon ich mich nicht überzeugen kann, so wenig, wie von der spiraligen Anordnung der Flimmerhärchen bei den höheren Thieren. Am nämlichen Orte giebt er in einer Note eine Uebersicht der Formen der Oberhaut. Er unterscheidet 1. Epithelium simplex lamellosum, *a.* continuum (Schlund, Darm, Blase), *b.* squamosum (Mund, Zunge); 2. E. compositum cellulosum; 3. E. compositum celluloso-nucleatum (Plexus choroidei); 4. E. compositum vibratorium. Die zweite Form bestehe aus durchsichtigen Kugeln in Form sechsseitiger Zellen, denen der Kern zu fehlen scheine. Er fand sie auf der äußeren Oberfläche der Gefäßhaut der sogenannten Gehörblätter im inneren Ohre der Gans. Meine Untersuchungen (Symbolae ad anat. villorum etc.), welche im August 1837 erschienen, haben gezeigt, daß alle Epithelien zusammengesetzt und mit einem Kerne versehen sind, daß also Valentin's dritte Form die einzige ist, und nur in mannichfaltigen Modificationen erscheint. Die Beständigkeit des Kernkörperchens habe ich mit Unrecht in dieser ersten Arbeit bestritten.

1 Gerber (Allg. Anat. S. 89) erklärt die von den Winkeln der Zellen abgehenden Stacheln für Flimmerwimpern und citirt dazu eine Abbildung, welche auch das Flimmerepithelium der Höhle der Riechnerven darstellen soll. Die Stacheln sind aber gegen die angewachsene Oberfläche gerichtet und er scheint sie nicht gesehen zu haben. Er schreibt Valentin die Entdeckung dieser Stacheln zu; wie er übrigens an der citirten Stelle etwas darüber finden konnte, muß ich bewundern.

Längst kannte man die Fortsetzung der Oberhaut in die Mundhöhle und auf die Zunge. Albin (Adnot. anat. T. I. 1754. p. 16) nannte das Epithelium der Zunge, die Periglottis, eine Fortsetzung der Epidermis; Bonn (De continuatione membranarum. 1763. Sandifort, Thesaur. II, 277) verfolgte es durch die Mundhöhle und den Pharynx; aber auch auf dem unterhalb des Zwerchfelles gelegenen Theile des Verdauungscanales wurde es schon früh von einzelnen Beobachtern dargestellt. Lieberkühn (De fabrica et actione villor. 1745. §. 11.) fand auf den Zotten und in den Follikeln des Dünndarmes ein dünnes, zähes Häutchen, der Epidermis ähnlich, indem es sich wie diese in Wasser ablöse und längere Zeit der Fäulniß widerstehe, auch mit der Oberhaut des Magens, der Speiseröhre und endlich des Mundes zusammenhänge. Ein Ungenannter (*Giornale per servire alla storia ragionata della medicina. 1783. T. I. p. 1*) fand das Häutchen der Darmzotten von einer Menge mikroskopischer Oeffnungen durchbohrt. Sehr genau beschrieb Rudolphi (Reil's Arch. 1800. S. 342) die zum Theil abgelösten Scheiden, welche das Oberhäutchen bei einem jungen Dachse über den Zotten bildete, und Döllinger (De vasis sanguiferis vill. 1828. p. 22) machte dieselbe Beobachtung beim Menschen. Lélut (*Breschet, Répert. gén. T. III. 1827. p. 227*, deutsch in Heusinger's Zeitschr. Bd. II. S. 329. 397) führte diesen Gegenstand so weit, als es durch die gewöhnlichen Hülfsmittel der Maceration, des Eintauchens in heißes Wasser etc. möglich war, und man kann seine Arbeit eine sehr genaue und vollständige nennen, wenn man in der Abhandlung überall den Namen Epithelium auf die geschichtete, der äußeren Epidermis ähnliche Oberhaut der Schleimhäute beschränkt. Die Stellen, wo dies geschichtete Pflasterepithelium in einfaches oder in Cylinder- oder Flimmerepithelium übergeht, hat Lélut, wenn man die Unvollkommenheit der Methode erwägt, mit bewundernswürdiger Richtigkeit angegeben. Von den geschichteten Epithelien entging seiner Beobachtung nur das der Conjunctiva bulbi, weil er überall das Epithelium von der äußeren Haut aus verfolgte und die geschichtete Oberhaut des Augapfels von der äußeren Epidermis der Augenlider durch die Flimmermembran der Schleimhaut der Augenlider getrennt ist. An allen übrigen Stellen, sagt Lélut, werde das Epithelium durch Schleim ersetzt. Auch von dem Epithelium der Darmzotten sagt J. Müller (Poggend. Ann. XXV. 1832. S. 582), daß es mehr dem Schleime, als einer Oberhaut gleiche. Es klingt jetzt fast komisch, wenn Lélut wiederholt versichert, man werde an diesen Stellen gewiß kein Epithelium finden, wenn man nur vor der Untersuchung den Schleim vollständig abwische, welcher sonst wohl durch Kochen geronnen, den Anschein einer Oberhaut gewinnen könne. Schleim wurde das feine Epithelium der inneren Schleimhäute genannt, als Schleim wurde selbst die obere, durch Abwischen entfernbare Schicht der Epidermis auf Schleimhäuten chemisch untersucht, denn dieser Schleim ist es, welcher wegen der Größe seiner Elementartheile nicht durchs Filtrum geht. Daß dieselbe Membran Epithelium und Schleim absondern sollte, erregte allerdings Bedenken (Müller's Physiologie. I, 430).

Leeuwenhoek's Beschreibung der inneren Haut des Darmes war nicht

beachtet oder nicht verstanden worden, und längst in Vergessenheit gerathen, als Purkinje und Valentin bei ihren Untersuchungen über die Flimmerbewegung wieder eine senkrechtfaserige, innerste Schicht der flimmernden und mancher anderen Schleimhäute beschrieben (De phaenom. generali. p. 61 und N. A. Nat. Cur. p. 845). Diese Untersuchungen machten, wie in der Physiologie, so auch in der Gewebelehre Epoche.

Eine Geschichte der Entdeckung der Flimmerbewegung gehört nicht hieher. Sie ist ausführlich in Purkinje und Valentin's erstem Werke und durch Sharpey in Todd's Cyclopaedia Art. Cilia gegeben. Purkinje und Valentin haben das Verdienst, das Phänomen in einer Ausbreitung nachgewiesen zu haben, von welcher man vorher keine Ahnung gehabt hatte. In den Respirations- und weiblichen Geschlechtsorganen der Wirbelthiere wurde es von ihnen schon im Jahre 1834 (Müll. Arch. S. 391) aufgefunden; zwei Jahre später entdeckte es Purkinje im Gehirne der Säugethiere[1]. Obgleich schon Leeuwenhoek an mehreren Stellen der Cilien bei Infusorien gedacht und Ledermüller (Mikroskop. Ergötzung. 1763. Taf. LXXXVIII. S. 174) die Flimmerhärchen der Vorticellen beschrieben und abgebildet hatte, obgleich dieselben bei anderen niederen Thieren von Baker, Spallanzani, O. F. Müller, Dutrochet, Grant, Meyen, Rapp, Sharpey, Ehrenberg aufgefunden und selbst an den Kiemen der Salamanderlarven von Steinbuch (Analekten. 1802. S. 94) vermuthet worden waren, so suchten doch Viele noch bis in die neueste Zeit die Ursache der Flimmerbewegung bald in einer chemischen Attraction, bald in einer wellenförmig fortschreitenden Muskelbewegung der Oberfläche u. dgl. Nicht nur die Existenz, auch die Gestalt und Structur der Cilien wurde durch Purkinje und Valentin für alle flimmernden Häute nachgewiesen. Als Träger der Cilien betrachten sie ein sehr dünnes, durchsichtiges Epithelium (N. A. p. 846); zunächst unter diesem folge die erwähnte Faserschicht; sie sahen die Fasern nach dem Tode bald sich ablösen und einzeln umherschwimmen. Anfangs war es ihnen wahrscheinlich, daß sie muskulös und der Bewegung der Cilien bestimmt seyen. Sie scheinen diese Ansicht aufgegeben zu haben, als sich ähnliche Fasern auch in Schleimhäuten fanden, welche nicht von Flimmerepithelium, sondern, wie die Verfasser meinen, von einfachem glatten Epithelium überzogen sind, z. B. auf der Darmschleimhaut der Schildkröte. Die Fasern sehen sie als integrirenden Theil der Schleimhaut an. Zu derselben Zeit gab auch Treviranus (s. oben) eine Beschreibung der Darmschleimhaut. Die Cylinder des Epitheliums erschienen ihm bald als Bläschen, bald als Papillen, Saugaderpapillen, womit die Oberfläche der Zotten besetzt sey, die Kerne als Oeffnungen dieser Papillen, die Contouren der Cylinder als Gefäße, die aus den Oeffnungen ihren Ursprung nähmen (S. 104 ff. Fig. 88. 89. 91—95. 105). In Fig. 98 ist sogar die

1 Bei den Fröschen scheint zuerst Steinbuch die Flimmerbewegung im Gehirne gesehen zu haben (Analekten. 1802. S. 77). Mitten im Kopfe fand er einen Punkt, der gleich den Kiemen auf die im Wasser strömenden Theilchen wirkte. Es geschah bei Versuchen über den Einfluß der Nervenkraft auf das Wasser, woraus hervorgeht, daß unter Kopf die Schädelhöhle verstanden sey.

durchsichtige Schicht von Intercellularsubstanz dargestellt, welche die Cylinder überragt, und als Epithelium der Saugaderzotten beschrieben. Auch die vibrirenden Wimpern sah er auf der Oberfläche von Papillen (S. 116. Fig. 106. 107), die sich von denen des Magens und Darmes hauptsächlich durch den Mangel der Oeffnung unterscheiden sollten. Auf der Schleimhaut der Nase erklärt er dieselben für Nervenwärzchen (S. 56. Hft. 3. Taf. VI. Fig. 6. 7).

Ehe diese Untersuchungen bekannt geworden waren, hatte ich in der Galle cylindrische der Länge nach nebeneinander liegende Körperchen, die abgelösten Epitheliumcylinderchen der Gallenblasenschleimhaut, gefunden, aber als einen chemischen Bestandtheil der Galle beschrieben (Art. Galle. Berl. encyklop. Wörterb. 1835). Aehnliche Körperchen, mit einem Kerne an der Basis, entdeckte ich später im Darme der Auster, wo sie die Cilien trugen (Müller's Physiol. Bd. II. 1837. S. 13). Diese Körperchen waren ohne Zweifel identisch mit der eben erwähnten Faserschicht von Purkinje und Valentin. Aber wegen der Leichtigkeit, womit sie sich ablösten, mußte ich sie für die Theile der Oberhaut selbst halten; die ferneren Untersuchungen über den Bau der Cylinderchen, und die Vergleichung derselben mit der Epidermis und den bekannten Epithelien, wie sie in meinen Symbolae mitgetheilt wurden, bestätigten dies. Die mikroskopische Untersuchung des abgeschabten sogenannten Schleimes erwies sich als ein bequemes Mittel, die Form der Epithelien zu studiren. Mittelst derselben untersuchte ich die freien Flächen des menschlichen Körpers, und theilte die Resultate im Januarheft 1838 von Müller's Archiv mit. Es wurde das Epithelium auf allen freien Oberflächen dargestellt; zugleich ließen sich die Grenzen der einzelnen Arten sicherer als bisher feststellen. Das Flimmerepithelium des Schlundes, des Thränenganges und der Conjunctiva palpebrarum, welches den Thieren zu fehlen scheint, die Stellen, wo die Flimmermembran der weiblichen Genitalien einerseits in den serösen Ueberzug des Bauchfells, andererseits in die Epidermis der äußeren Theile übergeht, konnten mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die Methode schien ganz zuverlässig, bis Schwann's Entdeckungen lehrten, daß auch andere Gewebe bei ihrer Entwickelung aus Zellen gewisse Stufen durchlaufen, in welchen sie den Elementen der Oberhaut mehr oder minder ähnlich sehen, und daß auch im erwachsenen Körper Gewebe auf solchen niederen Stufen der Entwickelung als Uebergänge vorkommen können. Wiederholte Untersuchung der zweifelhaften Stellen lehrte mich, daß ich auf der äußeren Fläche der Dura mater und auf den einander zugekehrten Flächen der Sklerotika und Choroidea allerdings zu voreilig aus der Anwesenheit von Zellen oder Zellenkernen auf ein Epithelium geschlossen hatte, daß die Kerne in den Wänden der Capillargefäße und in dem Bindegewebe, welches die Gefäße in die Substanz des Gehirns begleitet, sowie ferner die kernhaltigen Zellen in den acinösen Drüsen eine andere Bedeutung haben, worauf ich in den betreffenden Capiteln zurückkommen werde.

Einzelne der hier zusammengestellten Thatsachen wurden gleichzeitig oder fast gleichzeitig auch von Anderen beobachtet. Donné (*sur la nature des mucus 1837. p. 17*) sah im Vaginalschleime die Epitheliumblättchen der Scheide und ähnliche Blättchen im Speichel (p. 70), und in der Conjunctiva (*l'Insti-*

tut. No. 220). Er hielt aber den Kern für eine Oeffnung, welche dem Ausführungsgange der Schleimfollikeln entspreche. Dieser Irrthum wurde sehr bald durch Turpin berichtigt *(Ann. des sc. nat. 2e sér. T. VII. 1837. p. 209).* Turpin erklärt diese Blättchen für organisirte Säckchen oder Blasen; für ein Zellgewebe, welches er dem Pflanzenzellgewebe vergleicht; ihr Inneres enthalte Wasser und Körnchen und von diesen seyen eins oder zwei zu sphärischen Blasen entwickelt, die schon in ihrem Innern eine neue Generation von Körnchen trügen. Der hier supponirte Entwickelungsgang ist demjenigen, welchen die Natur befolgt, gerade entgegengesetzt, indem die inneren Blasen, Kerne, früher da sind, als die äußeren. Die äußerste Lage abgeplatteter Zellen scheint Turpin nicht gesehen zu haben. Sehr richtig beschreibt Vogel (Eiter und Eiterung 1838. S. 88 ff.) als Schleimblasen oder Epitheliumzellen die Zellen aus den mittleren Lagen von geschichtetem Epithelium; die platten Zellen der obersten Schicht hält er für collabirte Schleimblasen, die kleinen Zellen der tiefsten Lage nimmt er für identisch mit Eiterkörperchen, mit denen sie allerdings große Aehnlichkeit haben, und kommt dadurch zu der Ansicht, daß auch die Eiter- und Schleimkörperchen ein Epithelium, wenngleich ein krankhaft gebildetes darstellen. Vergl. dagegen den Jahresbericht in Müller's Archiv 1839. S. XXIII. und den weiter unten folgenden Abschnitt von den Schleimdrüsen. Eble (Oesterr. Jahrb. Bd. XVI. 1838. S. 73) untersuchte die Conjunctiva auch in Bezug auf ihre Oberhaut; auf der Conjunctiva scleroticae sah er nur die tiefere Schicht mehr konischer Zellen, die er mit Recht als Valentin's Wärzchenschicht erkannte; außerdem ein eignes Epithelium darzustellen gelang ihm nicht. Er hält die Wärzchenschicht für drüsig, der Absonderung der Thränen bestimmt. Wie er an der Conjunctiva corneae die Kerne vermissen konnte, weiß ich nicht; an der Augenliderbindehaut erschien ihm, von oben betrachtet, die Fläche wie aus lauter runden Körnern zusammengesetzt, der freistehende Rand aber scharf begrenzt, wie abgeschnitten. Die Zellen des Cylinderepitheliums an den Zotten wurden von R. Wagner (Beiträge. Heft 2. 1838. S. 30) als pelziger Ueberzug derselben beschrieben, der auf der Epitheliallamelle aufsitze. Die Zellen des Flimmerepitheliums haben Donné *(Ann. des sc. nat. 2e sér. T. VIII. 1837. p. 190)* an der Haut eines exstirpirten Nasenpolypen, und Valentin (Repert. 1837. S. 207), an der Nasenschleimhaut des Pferdes, ebenfalls durch Abschaben, aufgefunden. Nach Valentin geht aus dem hinteren Ende ein feiner, weicher, stets abgerissener Faden heraus. Valentin legt großes Gewicht auf die Längsstreifen an den Zellen, die er für Muskelfasern der Flimmerhaare hält. Keiner dieser Beobachter gedenkt des Nucleus. Mit gewohnter Hast theilt Donné an der angegebenen Stelle die Schleimhäute in zwei Reihen, die flimmernden, welche einen alkalischen, aus Körnchen bestehenden Schleim absondern, und die übrigen, welche alle ein Epithelium aus Schuppen gleich der äußeren Haut und saure Secretion haben sollen.

Böhm's erwähnte Schrift (Die kranke Darmschleimhaut in d. Cholera. 1838) enthält Abbildungen der Oberhaut der Darmzotten, der Gallengänge und der Harnwerkzeuge. Wasmann (De digestione. 1839) gab eine genauere

Beschreibung des Epitheliums des Magens und seiner Drüsen. Schwann (Mikroskop. Unters. 1839. S. 85) bestätigte aus eigener Untersuchung die Beobachtungen von Purkinje und die meinigen über das Wachsen der Oberhautzellen.

Ich muß noch einige Worte über die Art sagen, wie Valentin (Repert. 1838. S. 309) die drei von mir aufgestellten Epitheliumformen charakterisirt hat. Valentin unterscheidet eine dreifache Aufreihung: 1. Die polyedrischen Zellen liegen nebeneinander, entweder gar nicht oder mit ihren correspondirenden Ecken gegenseitig verbunden. 2. Die in Längslinien gestellten metamorphosirten Zellen sind horizontal fadig aufgereiht. Der Nucleus wird von der Wandung überall als einem sehr schmalen Saume, welcher unmittelbar in den Verbindungstheil übergeht, umgeben. Das Ganze gleicht vollkommen dem Uebergangsstadium der Zelle in einen Faden in den Geweben des Embryo. 3. Die einzelnen Zellen sind senkrecht fadig aufgereiht, eine Bildung, welche keinem Cylinder- oder Flimmerepithelium zu fehlen scheine. Pappenheim und Gerber schließen sich an Valentin an. Der Erste (Verdauung. 1839. S. 117) ist der Meinung, daß die im Magen vorkommenden cylindrischen Epithelien aus mehreren Zellenkörpern entstehen, die allmählig mit einander verschmelzen. Darauf soll das Vorkommen mehrerer, senkrecht übereinander stehender Kerne deuten. Gerber (Allg. Anat. 1840. S. 90) sagt, die Epithelialcylinder seyen gewöhnlich auf ein einfaches und flaches Pflasterepithelium aufgepflanzt. Die Zellen dieses Epitheliums sollen mit den Cylindern verschmelzen, so jedoch, daß eine Abschnürung die Grenze zwischen beiden andeute, unterdeß sollen neue Pflasterzellen nachwachsen, ebenfalls sich anreihen u. s. f., bis das Körperchen, dessen oberster Theil der Cylinder ist, 2—5 Kerne untereinander einschließe und so zur frei stehenden Zellenfaser werde.

Was zuerst dies senkrecht aufgereihte Epithelium betrifft, so muß ich gestehen, daß mir kein Fall vorgekommen ist, auf welchen diese Beschreibung oder die von Valentin und Gerber gegebenen Abbildungen passen. Glatte oder cilientragende Cylinder mit zwei Kernen sind schon selten, mehrere Kerne habe ich nie gesehen. Vielleicht haben die genannten Beobachter die Cylinder nicht hinreichend isolirt und so die Kerne verschiedener, übereinander verschobener Cylinder an einem einzigen zu sehen geglaubt. Das horizontal fadig aufgereihte Epithelium besteht aus mehr oder minder vollkommen zu Fasern verschmolzenen Zellen. Es kann allerdings aus dem Pflasterepithelium sich entwickeln und die Stelle desselben vertreten, wie in den Gefäßen; die meisten fadig aufgereihten Epithelien Valentin's gehören aber nicht hieher, sondern sind faserige Umhüllungsgewebe, z. B. der Nerven- und Muskelbündel u. a., die auch zu wirklichem Bindegewebe sich umwandeln und mit dem Epithelium nichts als die Zellenkerne gemein haben.

R. Wagner bildet in seinen Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwickelungsgeschichte (Hft. III. 1839. Taf. XXX. Fig. 10) den Flimmerüberzug eines exstirpirten Nasenpolypen ab. In der Erklärung heißt es: man sieht auf dem Durchschnitte a das zelligfaserige Gewebe des Polypen; b die Schicht von Cylinderepithelium und darauf c das Flimmer-

epithelium mit den Wimperchen. Es thut mir leid, daß eine so unrichtige Angabe sich in einem Werke findet, dem Jeder eine recht allgemeine Verbreitung wünschen muß. Was Wagner als Cylinderepithelium bezeichnet, sind die Flimmercylinder bis zum oberen Rande der Kerne; der obere, hellere Theil der Cylinder nebst den Cilien ist irrigerweise als eine continuirliche Membran dargestellt. Uebrigens ist diese Figur, wie die Fig. 8, B. (Flimmerepithelium des Uterus) auch in den Umrissen nicht naturgetreu.

Der früheren Abhandlungen von Flourens über die Oberhaut (*Ann. des sc. nat. T. VII. p. 157. 219. T. IX. p. 239*) wurde bereits oben gedacht. In demselben Journale erschien 1839 (*T. XI. p. 282*) ein Aufsatz über den Bau der Magen- und Darmschleimhaut, womit, ohne Kenntniß der neueren Arbeiten oder vielmehr ohne Rücksicht auf dieselben, die Oberhaut des Magens und des Darmes durch Maceration nachgewiesen werden soll. Flourens zeigt nicht nur ein Epithelium, sondern auch ein Rete mucosum und zwar nicht blos im Darme, sondern auch im Magen. Wie dies möglich geworden, ist leicht zu begreifen, da er als eine der nothwendigsten Vorsichtsmaaßregeln empfiehlt, vor der Maceration allen Schleim, welcher auf den Oberflächen hafte, vollständig zu entfernen. So kann es unmöglich etwas Anderes, als die Schleimhaut seyn, welche er, in der Zuversicht ein Epithelium zu finden, abgezogen und gar in Blätter gespalten hat.

Von den Nägeln.

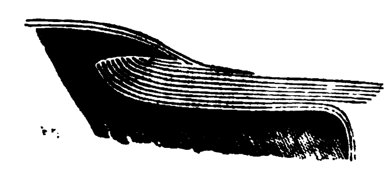
Structur.

Das Gewebe der Nägel unterscheidet sich von dem der Oberhaut nur durch größere Härte und Sprödigkeit. Diese rührt nach Lauth[1] von einem Antheile phosphorsauren Kalk her. Das specifische Gewicht der Nagelsubstanz beträgt 1,191 (Schübler und Kapff). Die Elemente desselben sind bei Erwachsenen, an welchem Theile des Nagels man es untersuche, platte und trockene, nur höchst selten mit der Spur eines Kernes versehene Epidermisschuppen, die in dem Nagel noch deutlicher als in der Oberhaut zu Membranen aneinander gefügt und in Schichten übereinander geordnet sind. Deshalb ist aber auch Nagel und Oberhaut anatomisch nicht zu trennen.

Der Nagel ist platt, vierseitig, vorn und hinten abgerundet und nach hinten etwas verschmälert und allmählig verdünnt. Er liegt mit den seitlichen Rändern und dem hinteren Rande in einem Falze der Lederhaut, welcher an den Seiten nur seicht, hinten aber

1 *Mém. sur div. points d'anat. p. 5.*

bis 2''' tief ist. Die in dem hinteren Theile des Falzes steckende, dünnere Partie des Nagels heißt dessen Wurzel. Ihre Länge beträgt $1/6$—$1/5$ der Länge des ganzen Nagels. Die Wurzel ist demnach an beiden Flächen, der Körper des Nagels an der unteren Fläche mit der Cutis verbunden und fest mit derselben verwachsen, nur der vordere Rand ist ganz frei. Wo der Nagel mit der Cutis zusammenhängt, sind die der Cutis zunächst gelegenen Schichten weicher und bleiben beim Abziehen des Nagels bald an diesem, bald an der Cutis hängen; man kann sie ebensowohl für Oberhaut, die zwischen Cutis und Nagel weggehe, als für eine Lage des Nagels selber halten. Nur am freien und scharfen Rande des Falzes, in welchem der Nagel steckt, scheint die Oberhaut als eine besondere Duplicatur sich mit einem wulstigen Rande über den Nagel herzulegen, aber auch die untere Lamelle dieser Duplicatur läßt sich nicht weit nach hinten verfolgen, sondern verschmilzt sehr bald mit der Oberfläche des Nagels, wird auch nach und nach, indem sie eintrocknet, mit dem Nagel nach vorn geschoben und läßt sich oft noch weit vor dem Falze darstellen, während schon eine zweite oder dritte Duplicatur der Oberhaut den Nagel rings am Rande des Falzes einfaßt. Das Verhältniß des Nagels zur Oberhaut würde ich mir demnach nach dem nebenstehenden Schema vorstellen.



Wird durch Brühen oder Maceration die Epidermis von der Cutis abgelöst, so folgt der Nagel der Epidermis, und zieht sich mit ihr aus seinem Falze heraus. Die Wurzel ist dann ganz gleichförmig blätterig und scheint auf dem Längsdurchschnitte sich nach vorn in drei Schichten zu spalten, den eigentlichen Nagel, die Oberhaut des Fingerrückens, welche von der oberen Fläche nach hinten, und die Oberhaut der Fingerspitze, welche von der unteren Fläche nach unten abgeht.

Insofern die Haut des Nagelfalzes und die von dem Nagel bedeckte Fläche der Cutis, das Nagelbett, diejenigen Gefäße enthalten, welche den Bildungsstoff des Nagels liefern, kann man diese Theile Matrix des Nagels nennen. Ihre Gestalt bestimmt daher die Form des Nagels. Seine obere Fläche ist glatt, die untere der Länge nach gestreift, in derselben Weise, wie die Cutis. Diese hat nämlich vom hinteren Rande an eine Menge von erha-

denen Leisten oder Blättern, welche der Länge nach von vorn nach hinten laufen, größtentheils parallel, zuweilen auch unter sehr spitzen Winkeln miteinander anastomosirend. Auf den scharfen Rändern dieser Leisten sitzen kurze, cylindrische Papillen. Nur an der kleinen Zehe stehen die Papillen des Nagelbettes mehr zerstreut und nicht auf Blättern. Die Längsstreifen sind sehr fein und dicht auf dem hinteren Theile des Nagelbettes, werden aber gegen die Finger- oder Zehenspitze stärker und breiter und zwar beginnen die stärkeren Streifen plötzlich in einer nach vorn convexen Linie in der Nähe des vorderen Randes des Falzes. Sie gehen fast wie von einem Pol von einem Punkte aus, der in der Mitte oder ziemlich in der Mitte des hinteren Randes des Nagelbettes sich befindet Die mittleren laufen gerade nach vorn, die seitlichen gehen anfangs in einem Bogen längs dem Falze her und der Bogen ist um so größer, je weiter die Streifen nach außen treten, ungefähr wie an den Meridianlinien eines projicirten Globus. Im Grunde des Falzes selbst finden sich noch einige sehr ansehnliche Querfalten mit stark vorragenden Papillen. Die obere Wand des Falzes ist glatt. In die Zwischenräume der Blätter und Papillen dringt die Substanz des Nagels ein, ist daher an der unteren Fläche ebenfalls der Länge nach gestreift und mit kurzen, spitzen Fortsätzen versehen, welche in die Zwischenräume der Papillen ragen. Diese Streifen scheinen auch, schon dem bloßen Auge erkennbar, durch die Oberfläche des Nagels durch und haben zu dem Glauben Anlaß gegeben, daß der Nagel aus parallelen, der Länge nach laufenden Fasern bestehe. Die Streifen werden an dem Nagel an derselben Gegend, wie am Nagelbett, plötzlich feiner und der feiner gestreifte Theil ist größtentheils unter dem Falze verborgen, nur der mittlere Theil wird vor dem Falze sichtbar, als die Lunula des Nagels. Die Lunula ist demnach nur der vorderste Abschnitt der Nagelwurzel. Da das Nagelbett vorn, an den Falten und Zotten, sehr blutreich, hinten aber, an dem fein gestreiften Theile, ärmer an Gefäßen ist, und die Farbe der Cutis durch den Nagel durchschimmert, so erscheint der Körper des Nagels roth, die Lunula weiß. Indeß ist auch die Substanz des Nagels selbst an dem Körper und der Wurzel verschieden. An der Wurzel ist sie dünner, weicher und weißer, am Körper dicker und von gelblicher Farbe.

Auch der Nagel hat sein Rete Malpighii. Beim Erwachsenen unterscheidet sich der hintere Rand und die untere, dem Nagelbette

zugekehrte Fläche von der eigentlichen Nagelsubstanz durch ihre Weichheit und weiße Farbe und auf dem Querschnitte setzen sich beide Substanzen scharf gegeneinander ab. Die weiche Substanz allein bildet die zottenförmigen Fortsätze, welche zwischen die Falten des Nagelbettes eindringen. Unter dem Mikroskop sieht dies Rete granulirt aus, doch konnte ich eigentliche Zellen oder Zellenkerne nicht einmal durch Behandlung mit Essigsäure deutlich machen. Bei dem Fötus und noch dem Neugeborenen dagegen besteht nicht nur das Rete Malpighii des Nagelkörpers, sondern auch der hintere Theil der Nagelwurzel aus isolirten Zellen, wie das Rete Malpighii der Haut.

Die lamellöse Structur des Nagels wird an Durchschnitten anschaulich, um so besser, je feiner die Durchschnitte. Man erhält solche am bequemsten, wenn man den Nagel etwas trocknen läßt und dann, nachdem man ihn in der gewünschten Richtung gespalten hat, von den Schnitträndern mit einem scharfen Scalpell dünne Lagen abschabt. Die abgeschabten Spänchen quellen in Wasser wieder auf und werden vollkommen durchsichtig. An solchen Durchschnitten bemerkt man Folgendes:

Durch Schnitte, welche den Flächen des Nagels parallel laufen, wird derselbe immer mehr gerissen, als geschnitten; die feinsten Blättchen, die man so erhält, sind quer und parallel dem freien Rande des Nagels gestreift; die Streifen aber sind nicht geradlinig, sondern sehr unregelmäßig wellenförmig und fließen hier und da zusammen. An dem Nagel der großen Zehe, namentlich bei alten Personen, bemerkt man schon mit bloßem Auge Querstreifen, die nach Lauth von den hinteren Rändern der dachziegelförmig übereinander liegenden Blätter des Nagels gebildet werden.

An Durchschnitten mittelst quer über den Nagel und senkrecht auf das Nagelbett geführter Schnitte verlaufen sehr feine Streifen in querer Richtung und parallel dem oberen und unteren Rande des Durchschnittes. S. die vorige Figur.

Segmente endlich, welche mittelst senkrecht auf das Nagelbett und der Länge nach durch den Nagel geführter Schnitte erhalten werden, zeigen am vorderen Theile des Nagelkörpers eine der Länge nach laufende und gleichfalls dem oberen und unteren Rande parallele Streifung, dazwischen aber und namentlich an der Nagelwurzel

Streifen, welche schief von hinten und oben nach vorn und unten gerichtet sind (Taf. I. Fig. 11).

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich, daß der Nagel aus Platten besteht, welche innerhalb des Falzes schräg nach vorn absteigen, weiter vorn aber mehr dem Nagelbette parallel liegen. Ob indeß dieselbe Platte anfangs schräg und dann horizontal verlaufe, oder ob die horizontalen Schichten vor den schrägen beginnen und diese auf dem Boden des Nagelbettes enden, konnte ich nicht ermitteln. Bei horizontalen Schnitten, welche zwischen die Platten in schiefer Richtung eindringen, reißen die einzelnen, nur zusammenverklebten, polygonalen Schüppchen, aus denen jede Platte besteht, auseinander und die wellenförmigen Streifen solcher Abschnitte werden durch die vorderen Ränder der ineinandergreifenden Schuppenreihen erzeugt.

An longitudinalen Durchschnitten der Nagelwurzel, wo die Streifen am deutlichsten sind, habe ich die Entfernung derselben und somit die Dicke der einzelnen Lamellen gemessen. Nicht alle sind von gleicher Stärke, die stärksten betragen 0,003‴. Am vorderen und hinteren Rande dieser Segmente stehen oft einzelne der durchschnittenen Lamellen gleich platten Fasern vor. Die Messung derselben gab das nämliche Resultat.

Zwischen den hellen und platten Streifen erscheinen oft einzelne sehr dunkle und körnige, von verschiedener Breite (Taf. I. Fig. 11. a a). Mitunter sind sie so schmal, daß sie nur wie unebene Begrenzungen zwischen je zwei durchschnittenen Lamellen erscheinen. Gelingt es alsdann, durch Druck oder Reißen die Schichten von einander zu entfernen, so überzeugt man sich, daß in der That die Lamellen hier mit unregelmäßig zackigen Rändern ineinander greifen. In anderen Fällen nehmen ähnlich gebildete Streifen die Dicke von 6, 8 und mehr Lamellen ununterbrochen ein. Es ist mir nicht möglich zu entscheiden, worauf die Bildung solcher Lamellen beruht, die also an einer Oberfläche glatt, an der anderen rauh sind; vielleicht hat sie ihren Grund in einer Unterbrechung der Bildung neuer Zellen, während welcher die Oberfläche der einen Lage sich abnorm entwickelt.

Die Segmente, an welchen man die Schichtung des Nagels studiren will, müssen fein seyn, weil sonst die Streifung einer Schnittfläche durch die der anderen durchscheint und die Ansicht verwirrt. Indeß muß ich doch bemerken, daß auch an feinen

Abschnitten, wiewohl selten, schief sich durchkreuzende Lagen von Strichen vorkommen, die ich nicht zu erklären vermag und die durch weitere Untersuchungen Aufklärung erhalten mögen.

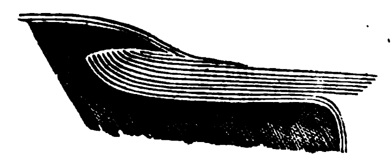
Physiologie.

Auch der Nagel wächst nur durch Apposition von den gefäßreichen Oberflächen aus, mit welchen er in Verbindung steht. Ein Substanzverlust an seiner Oberfläche wird nicht ausgefüllt[1]. Unzweifelhaft findet die Bildung neuer Schichten am hinteren Rande statt. Entfärbungen und Flecken werden nach und nach von der Wurzel zu dem freien Rande vorgeschoben. Auf der Oberfläche des Nagelkörpers scheinen sie sich dabei nicht von einander zu entfernen. Lavagna[2] machte zwei Flecken mit Salpetersäure hintereinander, den einen an der Basis, den anderen an der Spitze des Nagels. Nach einigen Tagen hatte sich der hintere Fleck dem vorderen etwas genähert. Schwann[3] kam bei einem ähnlichen Versuche zu einem anderen Resultat. Er bezeichnete an der Nagelwurzel zwei Punkte durch Anbohren mit einer Nadel und Färbung der Punkte mit salpetersaurem Silber, sowohl nebeneinander als hintereinander. Als die Punkte bis zum Rande des Nagels gelangt waren, hatte sich weder der seitliche, noch der longitudinale Abstand derselben vergrößert. In 2—3 Monaten hat ein Nageltheilchen den Raum von der Wurzel bis zum Rande durchmessen (Cooper, Schwann). Am hinteren Ende der Nagelwurzel findet man beim Kinde kleinere, deutlich kernhaltige Zellen. Aber auch von der unteren Fläche aus muß der Nagel wachsen, denn der Nagelkörper ist dicker als die Wurzel und beim Kinde kommen auf dem ganzen Nagelbette jüngere Zellen vor. Auch sprechen die sogleich zu erwähnenden Erscheinungen bei der Regeneration dafür. In welcher Relation diese beiden Arten des Wachsthumes zu einander stehen, läßt sich nur vermuthen. Da die Blätter in der Nagelwurzel im Allgemeinen schräg, im Nagelkörper horizontal verlaufen, so könnte man sich vorstellen, daß jede Lamelle auf dem ganzen Nagelbette und bis zum Winkel des Falzes sich gleichzeitig bildete und jede von der zunächst folgenden zugleich

[1] *A. Cooper, Lond. med. and phys. Journ. Apr. 1827. p. 289.*

[2] *Carie dei denti. p. 165.*

[3] Mikroskop. Unters. S. 91.



nach vorn und nach oben gedrängt würde. Hieraus würde sich schon erklären, warum die Wurzel des Nagels nach hinten allmählig sich verdünnt; allerdings müßte dann auch der freie Rand des Nagels wieder dünner werden, was zu beobachten bei uns keine Gelegenheit ist. Wenn aber die Erzeugung neuer Schichten an allen Punkten des Nagelbettes gleichmäßig vor sich ginge, so müßte der Nagel am freien Rande eben so stark seyn, als er lang ist. Da dies nicht der Fall ist, so muß man schließen, daß die Bildung neuer Zellen am hinteren Rande rascher erfolge, als auf dem Nagelbette, und dies zu schließen ist man um so mehr berechtigt, da am hinteren Rande die Blutgefäße nicht nur von unten, sondern auch von hinten und oben Substanz zuführen. Man kann sich alsdann die Apposition so vorstellen, daß jede Lamelle hinten dicker ist, als vorn, oder daß sich schief aufsteigende Lamellen dazwischen legen. Wenn pathologisch, z. B. durch Congestionszustände des Nagelbettes, die Neubildung an der Oberfläche desselben über Gebühr stark ist, so erreicht der Nagel eine abnorme Dicke und zeigt sich dann aus gleich großen und übereinander liegenden Blättern gebildet, deren jedes das zunächst untere vorn überragt. Umgekehrt hört zuweilen, nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes, die Neubildung am hinteren Rande auf; dann wächst der Nagel nicht mehr über die Fingerspitze hinaus, sondern bedeckt nur, an allen Rändern genau anliegend, das Nagelbett. Ob auch das Wachsen des Nagels sein natürliches Ziel habe, läßt sich bei unserer Gewohnheit, die Nägel zu beschneiden, nicht ausmachen; aus der beständigen Regeneration darf man nicht auf beständiges Wachsen im Normalzustande schließen. Zwar geht nach E. H. Weber[1] bei Kindern der freie Rand von Zeit zu Zeit als halbmondförmiges Stück ab, was auf continuirliches Wachsen deutet. Bei Völkern aber, welche sie ungehindert wachsen lassen, wie die Chinesen, erreichen sie eine Grenze (nach Hamilton[2] sollen sie bis 2″ lang werden), sie sind alsdann abgerundet und um die Finger- und Zehenspitzen etwas gekrümmt. So wachsen

1 Hildebrandt's Anat. I, 195.

2 [illegible] *account of the East-Indies. T. II. p. 279.*

auch die Hufe bei den Pferden, denen sie beim Beschlagen beschnitten werden, beständig wieder nach, während sie bei anderen Thieren, z. B. beim Rindvieh, im ausgebildeten Zustande sich nicht weiter verändern oder nur so viel zunehmen, als sie sich abnutzen, bei noch anderen periodisch abgestoßen werden und sich neu bilden.

Im dritten Monate des Fötuslebens zeichnen sich schon die Nägel durch die ringsum verlaufende Furche aus, welche sich später zum Falze vertieft, aber erst im fünften Monate beginnen sie auch durch ihre Festigkeit von der Oberhaut sich zu unterscheiden. Noch später bildet sich der freie Rand.

Die Ernährung der gebildeten Nägel hängt von dem Gefäß- und mittelbar von dem Nervensysteme der Matrix ab; Exsudationen auf dem Nagelbette bedingen den Verlust des Nagels, der sich bei gewissen Hautkrankheiten eben so, wie bei der Oberhaut, abstößt. Nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus bei Kaninchen beobachtete Steinrück Ausfallen der Haare und Nägel[1], wahrscheinlich in Folge eines Lähmungszustandes der Gefäße ihrer Matrix, wie auch häufig passive Congestion in der Cutis und fortdauernde Exfoliation der Epidermis in gelähmten Theilen beobachtet wird. Es läßt sich denken, daß häufig wechselnde Zustände in der Thätigkeit der Gefäße des Nagelbettes auch ein unregelmäßiges Wachsthum, stellenweise Verdickung, Verdünnung und Ablösung des Nagels bewirken, und vielleicht erklärt sich daraus die Deformität der Nägel in chronischen Krankheiten des Herzens und der Lunge, namentlich bei Cyanose[2] und Lungenschwindsucht[3].

Daß die Nägel sich, vorn abgeschnitten, beständig regeneriren, wurde bereits angemerkt; auch nach dem gänzlichen Ausfallen werden sie wieder neu gebildet, wiewohl meist verkrüppelt, was in Entartungen des Nagelbettes und des Falzes seinen Grund hat. Wenn der Nagel sich neu bildet, so bedeckt sich die ganze Oberfläche des Nagelbettes mit einer dünnen, hornigen Lamelle. Nach kurzer Zeit zeigt sich auf dem hinteren Theile ein querer Wall und vor demselben eine seichte Vertiefung; der Wall ist in dem Winkel des Falzes, die Depression auf der Lunula gebildet und durch später entstandene Schichten nach vorn geschoben; diese Unregelmäßigkeit

1 De nervorum regeneratione. p. 45. 49.

2 Blech, De mutationibus unguium. Berol. 1816. 4. Fig. 5. 6.

3 Ebendas. Fig. 1. 2.

dauert aber nur so lange der Nagel weich ist. Hat er eine gehörige Festigkeit erlangt, so wird die Oberfläche glatt und nun tritt der Rand allmählig über die Fingerspitze vor (Lauth). Merkwürdig ist das oft beobachtete Factum [1], daß nach Verlust der dritten oder der zweiten und dritten Phalanx sich ein unvollkommener Nagel auf der zweiten und selbst auf der ersten bilden kann.

Die Nägel der drei oberen Thierclassen sind theils den menschlichen Nägeln mehr oder minder ähnlich (wie bei den Affen, dem Elephanten u. a.), theils zu Krallen entwickelt, indem sich die Hornplatten nach vorn in eine Spitze verlängern und krümmen und ihre Seitenränder um die Phalanx herum einander entgegenwachsen, theils zu Hufen umgewandelt, die einfach oder gespalten sind. Die Textur der Krallen scheint von der der Nägel nicht wesentlich verschieden zu seyn, der Huf dagegen enthält ein System von Röhren, welche am oberen Ende die zottenartigen Fortsätze der sogenannten Fleischkrone enthalten, weiter nach unten aber hohl sind. Sie sind nach Gurlt auf dem Querdurchschnitte aus concentrischen Ringen (also aus concentrischen Lamellen) gebildet und durch eine formlose, mit punktförmigen Körperchen versehene Hornsubstanz verbunden, welche über der Haut in den Zwischenräumen der Zotten entsteht. Nach Hesse enthalten die Röhren Pigment oder erdige Bestandtheile. Bei jungen Thieren, wo die unterste Schicht des Hufes noch weich und weiß ist, gleich dem Keime einer Feder, sind auch die Röhren des Hufes von einer Schicht solcher weißen Substanz umgeben (Mayo). Vgl. *Mayo*, *Anatom. and physiolog. comment. Numb. II. July. 1823. p. 23.* Gurlt, Müller's Archiv. 1836. S. 267. Hesse, De ungularum, barbae balaenae, dentium ornithorrhynchi corneorum penitiori structura. Berol. 1839. 8. Gerber, Allg. Anat. S. 81 ff.

Die erste genaue Beschreibung des Nagels und der Form des Nagelbettes ist von Albin (Adnot. acad. Lib. II. 1755. p. 56), welcher noch gegen die auch von Malpighi (Opp. posth. 1697. p. 99) vertheidigte Ansicht zu kämpfen hatte, daß der Nagel die Ausbreitung der Streckfehnen sey, und dessen Verwandtschaft mit der Oberhaut hervorhob. Später wurde von Lauth (*Mém. sur divers points d'anat. p. 4)* und Gurlt (Müll. Arch. 1835.

[1] Die Fälle sind gesammelt bei Pauli, De vulnerum sanatione p. 98.

S. 263) die Anordnung der Blätter und Papillen des Nagelbettes ausführlicher angegeben. Lauth's Angaben habe ich nur wenig beizufügen gefunden.

Die blätterige Structur des Nagels erschloß Malpighi nach der Untersuchung eines krankhaft verdickten Nagels, an dem sich die Schichten auf die oben angegebene Weise übereinander geschoben hatten. Dieser Ansicht folgen die meisten Späteren, Lauth, *Mém. sur div. points d'anat. p. 5.* M. J. Weber in Besserer, Obs. de ung. anat. et pathol. Bonn. 1834, indeß andere den Nagel für faserig erklären (Haller, Element. phys. V. p. 26). Gurlt (a. a. O.) hält die Blätterdurchgänge auf dem longitudinalen Durchschnitte für Fasern. J. F. Meckel verbindet beide Meinungen (Allg. Anat. I. 1815. S. 594) und nimmt Blätter an, die sich in Fasern spalten. Ihm folgt Heusinger (Histologie. 1822. S. 150). E. H. Weber (Hildebrandt's Anat. I. 1830. S. 194) hält weder den blätterigen, noch den faserigen Bau für erwiesen; Krause (Anat. 1833. S. 79) sagt, der Nagel enthalte regellos abwechselnde, dunklere und hellere, lockere und dichtere Schichten von etwa $1/_{60}$‴ Dicke, ohne aus einzelnen getrennten Blättchen zu bestehen; außerdem soll er in einem homogenen Gefüge wenige und kleine Zellen von $1/_{545}$ — $1/_{1333}$‴ Dm. einschließen; als solche könnten wohl die Unebenheiten der gerissenen Oberfläche an kleinen Stücken erscheinen. Tourtual (Müll. Arch. 1840. S. 254) fand im Nagelgewebe Körnchen und Fasern, die Fasern theils aus Körnchen zusammengesetzt, theils einfach. Aus seiner Schilderung des Verlaufes der Fasern, die ich hier nicht ausführlich wiedergeben kann, geht hervor, daß er theils, wie Gurlt, die Blätterdurchgänge, theils die netzförmigen Begrenzungen der Epitheliumblättchen für Fasern hält. Die Körnchen sind zum Theil Zellenkerne, zum Theil durch Unebenheiten der Oberfläche veranlaßte, optische Trugbilder. Den blätterigen Bau des Nagels, die Zusammensetzung der Blätter aus Epidermisschüppchen, und die Zellen des Rete Malpighii des Nagels beim Neugeborenen hat zuerst Schwann durch Beobachtung nachgewiesen (Mikroskop. Unters. 1839. S. 90).

Das Verhältniß der Oberhaut zum Nagel hat die Anatomen vielfach beschäftigt. Der ältesten Ansicht nach, welcher noch Béclard (*Anat. gén. p. 277*) und Ollivier (Art. *Ongle* in *Dict. des sc. méd.*) folgen, würde die Oberhaut über den Nagel weggehen und dieser eine zwischen Cutis und Epidermis eingeschobene Platte seyn; nach M. J. Weber (Elem. d. allg. Anat. 1826. S. 95), Lauth (a. a. O. p. 4), Krause, Gurlt und Arnold (Icon. anat. Fasc. II. Tab. XI. Fig. 19. 20) kleidet die Oberhaut den Falz aus, begiebt sich alsdann an die untere Fläche des Nagels und geht vorn in die Epidermis der Fingerspitze über, wobei indeß Lauth bemerkt, daß die Epidermislage zugleich die jüngste Schicht des Nagels sey. Derselben Meinung ist auch Meckel, an den sich Heusinger anschließt. Es erfolge an der unteren Fläche des Nagels eine genaue Verschmelzung der Oberhaut mit dem Nagel, wonach, wie Meckel richtig bemerkt, der Nagel nur als verdickter Theil der Oberhaut erscheine. Burdach (Phys. als Erfahrungswiss. V, 103) läßt die Oberhaut vom vorderen Rande des Falzes aus über den Nagel, von der Fingerspitze aus unter den Nagel treten.

Ein anderer Streitpunkt ist die Art, wie die Nägel wachsen. Daß der Ansatz neuer Theile vom Falze aus erfolgt, konnte keinem Beobachter entgehen und schon Leeuwenhoek sprach es mit Bestimmtheit aus (Opp. I, 412). Indeß führte die nach vorn zunehmende Dicke des Nagels zu der Annahme, daß auch im Nagelbette neue Substanz zugeführt werde. Dafür erklärten sich nach Malpighi (a. a. O.) fast alle Anatomen. Lauth, Gurlt und Schwann haben eine ausführlichere Darstellung dieses Processes versucht. Lauth's Theorie ist von der, welche oben angenommen wurde, nicht wesentlich und hauptsächlich nur darin verschieden, daß er die Bildung des Nagels wie gewöhnlich für eine Secretion von Hornstoff nimmt. Gurlt sieht das Vorwärtswachsen des Nagels als das Resultat zweier, im rechten Winkel aufeinanderwirkenden Kräfte an, indem in gleichem Maaße von hinten und von unten flüssiger Hornstoff angelagert werde. Schwann betrachtet nebst der Erzeugung neuer Zellen am hinteren Rande auch die selbstständige Ausdehnung der Zellen nach der Fläche als die Kraft, welche den Nagel nach vorn schiebt; die bei ihrer Ausdehnung zugleich stattfindende Verdünnung, derentwillen der Nagel nach vorn dünner werden müßte, werde dadurch ausgeglichen, daß sich immerfort auch von der unteren Fläche neue Plättchen ansetzen. Die Verdünnung wegen der Abplattung der Zellen und die Verdickung wegen des Wachsthumes von der unteren Fläche mögen einander compensiren, so daß der Nagel dadurch eine ziemlich gleichmäßige Dicke überall behalte.

Vom körnigen Pigment.

Die organischen Elementartheile sind sowohl im Thier- als im Pflanzenreiche auf dreifache Weise gefärbt. Entweder enthält eine farblose Zelle eine farbige Flüssigkeit, in welcher also das Pigment aufgelöst ist, z. B. ein farbiges Oel, so die Kügelchen auf der Retina der Vögel, die gelben Fettzellen, die Zellen der Leber; oder die Zelle bildet sammt ihrem Inhalte, mit dem sie in Eins verschmolzen ist, eine gleichmäßig farbige Kugel oder Platte, z. B. an den Nägeln mancher Thiere; oder endlich gefärbte Partikeln, die sogenannten Pigmentkörperchen, liegen in einer farblosen und mit heller Flüssigkeit gefüllten Zelle, vielleicht auch frei um einen Zellenkern, durch ein zähes Bindemittel zusammengeklebt. Das Gewebe, welches man am menschlichen Körper als schwarzes Pigment bezeichnet, ist von der letzten Art.

Der Name schwarzes Pigment ist aber unpassend und ich habe ihn mit dem Namen körniges Pigment vertauscht, weil auch andere, als schwarze Farbestoffe an den entsprechenden Stellen und auf dieselbe Weise angeordnet vorkommen. Ja selbst auf der Haut

des Negers und im Auge ist das Pigment nicht schwarz, sondern nur tief braun, und so macht es auf der Haut verschiedene Nuancen, durch das Kupferrothe ins Gelbliche durch, ohne daß wir Grund hätten, für jede dieser färbenden Substanzen einen besondern Stoff anzunehmen, da schon in der Quantität eine Ursache liegt, daß er bald heller, bald dunkler erscheint.

Structur.

Das körnige Pigment sehen wir im gesunden Körper meistens nur in membranförmig ausgebreiteten gefäß- und nervenlosen Schichten, aber, gleich der Oberhaut, über gefäßreichen Häuten, welche sich als Matrix zu demselben verhalten. Pathologisch kommt es auch mitten im Parenchym der Organe in compacten Massen vor, indem es entweder allein oder in Verbindung mit Elementen anderer Art (Skirrhus, Markschwamm) Geschwülste bildet, welche zu einer gewissen Zeit der Entwickelung auch von Gefäßnetzen durchzogen werden.

Bei der weißen Race breitet sich das körnige Pigment in der Regel nur auf den Häuten des Auges aus und zwar auf der inneren Fläche der Choroidea, der hinteren Fläche der Iris und der hinteren Fläche der Processus ciliares, deren Zwischenräume von dem Pigment ausgefüllt werden. Doch sind auch nicht selten einzelne Stellen der äußeren Haut, beständig oder temporär, mittelst durchscheinenden körnigen Pigmentes gefärbt; dahin gehören die Gegend der Brustwarze, besonders beim Weibe während der Schwangerschaft und Lactation, ferner die Haut des Penis und Hodensackes, der Labia majora und des Afters. Die Färbung ist hier mitunter fast so intensiv, wie bei der äthiopischen Race. In einzelnen Flecken erscheint das körnige Pigment unter der Haut des Gesichtes während der Sommerhitze, als Sommersprossen, besonders bei blondem Teint. Bei den farbigen Racen ist aber eine körnige Pigmentlage über die ganze Körperoberfläche zwischen Cutis und Epidermis ausgebreitet. Es ist noch unbekannt, ob die brunette Färbung bei den kaukasischen Bewohnern wärmerer Klimate, die bei anhaltender Einwirkung der Sonne oft einen hohen Grad erreicht, von der Entwickelung eines Pigmentes abhängt; wahrscheinlicher ist es indeß, daß sie von einer chemischen Veränderung der Oberhaut herrührt. Bei der Bildung der Haare werden wir eine ähnliche Umwandlung der ungefärbten Lamellen in dunkle, ohne Einfluß von körnigem

Pigment, kennen lernen. Nach Wharton Jones[1] befindet sich eine feine, aber deutliche Lage von braunem Pigment auch im häutigen Labyrinthe des Menschen, namentlich an den Ampullen. Bei den Säugethieren ist das Pigment an denselben Stellen deutlicher und auch von Anderen (Scarpa, Comparetti, Breschet) wahrgenommen worden. Ob die schwarzen Flecken, die man in der Lunge und den Bronchialdrüsen Erwachsener fast regelmäßig antrifft, normal oder pathologisch, ob sie organisirte Bildungen oder bloße Ablagerungen eingeathmeten Kohlenstaubes seyen, ist nach vielen Untersuchungen immer noch zweifelhaft. Pearson[2] erklärte die Materie für Kohlenstaub, da sie weder durch Chlor, noch durch Mineralsäuren entfärbt wird. Carswell[3] und Graham[4] treten dieser Ansicht bei. Die Materie komme in um so größerer Menge vor, je älter das Subject, am häufigsten bei Arbeitern, die viel in Rauch verkehren. Graham vermuthet aber, daß dennoch eine Krankheit der Lunge, wodurch das Ausstoßen des eingeathmeten Staubes gehindert sey, die erste Veranlassung zur Anhäufung desselben gebe. Dieselbe schwarze Färbung wurde auch von Pearson einigemal bei älteren Hausthieren beobachtet. Rapp[5] fand sie aber bei Thieren, die weit vom Menschen entfernt leben, z. B. beim Biber. Auch ist schwer einzusehen, wie eingeathmeter Kohlenstaub in die Lymphgefäße und Lymphdrüsen übergehen soll.

Die Elemente des körnigen Pigmentes sind an verschiedenen Theilen von verschiedener Form und Größe. Es sind Zellen, welche, wo sie dicht aneinander liegen, sich an einander abplatten und polygonal werden, an anderen Stellen, wo sie minder gedrängt sind, mehr der kugeligen Form sich nähern, endlich auch sich in Röhren und Fasern verlängern und zusammenfließen können. Von der ersteren Art sind die Zellen des Pigmentes auf der vorderen Fläche der Choroidea, die man leicht in kleinen membranförmigen Stückchen zusammenhängend von der Choroidea abnehmen kann. Von der Fläche betrachtet stellen sie eine Mosaik der schönsten, fast regelmäßig sechsseiti-

1 *Todd's Cyclopaedia. Art. Hearing.*

2 *Philos. Transact. 1813. P. II. p. 159.*

3 *Illustr. of elementary forms of disease. Fasc. IV.*

dinb. med. and surg. Journ. 1834. Nr. 121.

annot. pract. de vera interpretatione observationum anatomiae pa- ie. Tubing. 1834. p. 16.

gen dunkeln Platten vor, von 0,006—0,007''' Durchmesser, welche scharf gegen einander abgegrenzt sind, bald einander vollständig berühren, ja fast mit den Rändern decken, bald durch schmale, helle Linien geschieden sind (Taf. I. Fig. 12). Zuweilen zeichnet sich unter diesen Zellen eine durch ihre Größe aus, sie ist achteckig, hell und von den kleinen fünfeckigen Zellen aufs Regelmäßigste umgeben. Die hellen Linien zwischen den Zellen werden nicht immer blos von den aneinanderstoßenden Zellenwänden, sondern auch von Intercellularsubstanz gebildet. Wenn jenes der Fall ist, so zeigt sich ein Contour in der Mitte der hellen Räume, welcher die Grenze der aneinanderstoßenden Zellenwände bezeichnet, auch sieht man dann an den freiliegenden Rändern der äußersten Zellen noch einen entsprechenden hellen Raum. Oft aber fehlt dieser und man sieht die Körnchen genau bis an den Rand der Zelle, ja einzelne etwas über denselben hinaustreten. Meistens werden sie nach den Rändern hin etwas sparsamer, verlieren sich auch wohl an der Peripherie völlig, so daß ein Theil der Zelle hell bleibt. In der Mitte der Platte sind sie in der Regel am dichtesten gehäuft, abgesehen von einem mehr oder weniger hellen, centralen Fleck (Fig. 12. A. a b), welcher oft ganz rund und scharf begrenzt, oft von einzelnen Pigmentmoleculen bedeckt ist. Dieser Fleck entspricht dem Zellenkern, einem Kügelchen von 0,0028—0,0030''' Durchmesser, mit centralem Kernkörperchen. Man erkennt ihn häufig schon in der unversehrten Zelle, sicher aber, wenn man diese durch Essigsäure auflöst. Die Pigmentzellen der Choroidea sind etwas deprimirt, doch nicht so sehr, als sie im ersten Augenblick erscheinen, wenn man sie isolirt sich wälzen läßt. Bei aufmerksamerer Betrachtung findet sich nämlich, daß die Pigmentkörperchen nur den hinteren, größeren Abschnitt der Zelle einnehmen, welcher der Aderhaut zugekehrt ist. Der vordere, etwas stärker gewölbte Theil (Fig. 12. B. a.) bleibt hell und in der Mitte der vorderen Wand liegt auch der Zellenkern, meistens etwas über dieselbe vorragend (Fig. 12. C. a.). Betrachtet man daher den Rand der Choroidea, nachdem man sie so gefaltet, daß die vordere Fläche mit dem aufsitzenden Pigmente den Rand bildet, so scheint die Pigmentzelle von einer hellen, oberhautartigen Membran mit eingestreuten Zellenkernen überzogen. Diese Membran ist nichts Anderes, als die wahrscheinlich verdickte vordere Wand der Pigmentzellen selbst. Im ganzen übrigen Umfange muß, wie aus den angeführten Beobachtungen hervorgeht, die Zellenwand entweder äußerst dünn seyn, oder

Zellenwand und Inhalt sind nicht geschieden und die sogenannte Pigmentzelle ist als eine solide Masse zu betrachten, in welche die Pigmentkörperchen eingelagert sind, so daß sie bald den Rand erreichen, bald nicht. Dies wird auch durch das Verhalten gegen Essigsäure wahrscheinlich. Diese löst nämlich, wenn man sie concentrirt und in hinreichender Quantität zusetzt, die Pigmentzelle auf, worauf die Körperchen sich zerstreuen. Aber die Trennung der Körperchen erfolgt nicht plötzlich, wie aus einem Risse, sondern allmählig, indem sie sich gewissermaßen nur nach und nach von dem Conglomerate ablösen, so daß dasselbe allmählig von außen nach innen heller wird. Indeß müssen auch wirkliche Bläschen vorkommen mit flüssigem Inhalte innerhalb der soliden Zellenwand, da Schwann eine Molecularbewegung der Pigmentkörperchen innerhalb der Zelle wahrgenommen zu haben versichert[1]. Auf der Choroidea liegen die Zellen in einfacher Schicht; oft aber kommen unter oder über denselben Zellenkerne in großer Menge vor, welche vielleicht einer neu sich bildenden Lage angehören.

Im Allgemeinen ähnlich, aber kleiner und unregelmäßiger sind die Pigmentzellen des Corpus ciliare und der hinteren Fläche der Iris. Sie sind, besonders die letzteren, nur selten eckig, meistens rundlich oder der runden Form sich nähernd, und nach allen Seiten so dicht mit Körperchen angefüllt, daß sie fast ganz schwarz erscheinen und auch nur selten der helle, dem Kern entsprechende Fleck im Centrum wahrnehmbar ist. Solche Zellen liegen auch in der Substanz der Iris, besonders gegen deren inneren Rand hin.

Wenn Pigment in der äußeren Haut vorkommt, so liegen die Zellen desselben zwischen der Cutis und dem Rete Malpighii, auch wohl mit den Zellen des letzteren gemischt, von welchen sie sich durch nichts, als ihren Inhalt unterscheiden. Wo die Cutis Unebenheiten hat, sind sie besonders in den Vertiefungen, z. B. in den Furchen zwischen den Papillen angehäuft. Hier liegen sie meist in Schichten über einander, über den Erhabenheiten sind sie in einfacher Lage, oft sehr zerstreut. Auch der Grad ihrer Anfüllung ist verschieden. Von diesen Umständen und außerdem von der Dicke der Epidermis, durch welche die Pigmentlage durchscheint, hängt die Intensität der Hautfarbe ab. Die Qualität derselben ist wahrscheinlich auch durch die Natur der Pigmentkörperchen bedingt. Bei

1 Mikroskop. Unters. S. 87.

dem Neger ist die Form der Zellen denen der Choroidea sehr ähnlich; sie sind mitunter vollkommen sechseckig oder der sechseckigen Form sich nähernd, polyedrisch, unregelmäßig rund. Ihr Durchmesser beträgt 0,0039—0,0062‴, 0,005‴ im Mittel; der runde Kern, welcher in minder angefüllten Zellen oft sehr deutlich ist, hat einen Durchmesser von 0,0016‴. An den gefärbten Hautstellen der weißen Race, wo die Pigmentzellen in der Regel minder dicht liegen, sind sie mehr rundlich, klein und sehen oft nur wie Haufen von Pigmentkörperchen aus; doch sieht man hier und da die farblose Substanz der Zelle an den Rändern, und wenn sie anfangs nicht sichtbar ist, so kann man sie mittelst verdünnter Essigsäure deutlich machen.

Zwischen der inneren Fläche der Sklerotika und der äußeren der Choroidea befindet sich ein sehr zartes Fasergewebe, welches zerreißt, wenn man beide Häute trennt, und in einer dünneren Schicht auf jeder derselben liegen bleibt. Der Theil, welcher an der Sklerotika haftet, ist als Lamina fusca bekannt. Ihre bräunliche Farbe erhält diese Lamelle durch eine eigenthümliche Art von Pigmentzellen, welche zwischen den eigenthümlichen Fasern dieser Haut eingeschlossen liegen. Sie sind von der unregelmäßigsten Gestalt, meist platt, dabei dreieckig, trapezoidisch, oval und in Spitzen verlängert (Taf. I. Fig. 13). Diejenigen, welche der rundlichen oder viereckigen Form sich nähern und einigermaßen gemessen werden können, haben nicht leicht unter 0,006‴, häufig 0,013‴ und mehr im Durchmesser. In der Regel zeigt sich ungefähr in der Mitte ein heller Fleck, von 0,002—0,003‴ Durchmesser (Fig 13. A. C. a a), veranlaßt durch den Zellenkern, unter welchem die Pigmentkörperchen fehlen. Diese Zellen erhalten noch wunderlichere Formen, dadurch, daß sie sich an zwei einander gegenüberliegenden Ecken, oder auch an drei und vier Ecken entweder in stumpfe Fortsätze verlängern oder in schmalere, ebenfalls pigmenterfüllte Fasern, welche sich am Ende in kurze, stumpfe Aeste gabelförmig theilen. Zuweilen sieht man diese Fortsätze je zweier Zellen gegeneinander stoßen und sich an einander abplatten (Fig. 13. A.), zuweilen gehen sie wirklich in einander über, so daß keine Spur von Trennung mehr zu sehen ist. Endlich gehen auch wohl diese Fortsätze in immer feinere Fasern über, welche zuletzt kein Pigment mehr enthalten, sondern wasserhell sind, wie Bindegewebefasern, aber gestreckt oder einfach gebogen (Fig. 13. B. a) und in Essigsäure unlöslich. Von diesen Fasern wird bei Beschreibung der Zonula Zinnii wei-

die Rede seyn. Ich sah solche Fasern von der 4—5fachen Länge der gewöhnlichen Zellen nach beiden Seiten hin von denselben ausgehen. Man überzeugt sich dann leicht, daß die Contouren der Faser in die äußere Wand der Zelle übergehen, obschon auch diese gewöhnlich so fein und die Höhle so vollständig von Pigment erfüllt ist, daß sie zu fehlen scheint. Die Ränder dieser Zellen aber sind vollkommen glatt und niemals sieht man, wie bei den Zellen der Choroidea, einzelne Pigmentmolecule über den Rand hinausragen. Aehnliche Pigmentzellen kommen auch auf der äußeren Fläche der Choroidea vor und erstrecken sich sogar in die Substanz derselben.

Aus gleichen Elementen scheinen auch die Pigmentramificationen zu bestehen, welche nach Valentin[1] sich in dem Cervicaltheile der Pia mater befinden und derselben einen schon für das bloße Auge erkennbaren schwärzlichen Schimmer mittheilen.

Von den Pigmenten in der Substanz der Nervengebilde wird bei diesen gehandelt.

Durch Fäulniß, Druck und Behandlung mit Essigsäure lösen sich alle diese Zellen auf und entleeren ihren Inhalt, die Pigmentkörperchen. Die Pigmentkörperchen gehören zu den feinsten Elementartheilen des Körpers[2], sie zeigen daher das Phänomen der Molecularbewegung in hohem Grade. Bei einer 300maligen Vergrößerung nehmen sie sich wie schwarze Pünktchen aus, noch mehr vergrößert erscheinen sie theils wie helle, gurkenkernförmige Blättchen mit dunkelm Rande, theils wie kurze Stäbchen oder Pünktchen (Taf. I. Fig. 12. D). Dasselbe Körperchen kann alle diese Formen nach einander annehmen. Die Pigmentmolecule sind nämlich nicht kugelig, sondern platt, mit ovalen Flächen, 0,0005 — 0,0007‴ im längsten Durchmesser und etwa $1/4$ so dick, als lang. Im Wasser schwimmend sind sie platt, linear oder punktförmig, je nachdem sie die Fläche, Kante oder Spitze dem Auge zukehren. Die Pigmentkörperchen haben eine eigenthümliche gelbliche, gelbröthliche oder bräunliche Farbe, welche allerdings nur dann sichtbar ist, wenn sie in Haufen zusammenliegen. Einzeln scheinen sie bei starker Vergrößerung wasserhell. Sie sind in kaltem und heißem Wasser, in verdünnten Mineralsäuren und in con-

1 Verlauf u. Enden d. Nerven. S. 43.

2 Bei den Thieren giebt es auch einzelne, größere Kugeln in den Pigmentzellen, welche Fetttröpfchen gleichen und nicht mit dem Kerne verwechselt werden dürfen.

centrirter Essigsäure, in fettem und flüchtigem Oel, in Weingeist und Aether unlöslich. Diese Eigenschaften sprechen nicht für die so allgemein behauptete Verwandtschaft des körnigen Pigmentes mit Fett. In der Meinung, daß vielleicht eine feine, eiweißstoffige Hülle, wie bei den Fettkügelchen der Milch, die Einwirkung des Aethers hemme, habe ich die Pigmentkügelchen erst mit Essigsäure, dann mit Aether digerirt oder in Weingeist gekocht; doch auch so blieben sie unverändert. Von verdünntem kaustischem Kali wird das Pigment nach langem Digeriren aufgelöst und aus der dunkelgelben Auflösung durch Salzsäure mit heller brauner Farbe wieder niedergeschlagen. Concentrirte Mineralsäuren zersetzen es, von Chlorwasser wird es blaß, nach Hünefeld[1] fällt es, mit demselben digerirt, in gelblichweißen, häutigen Flocken nieder. Chlorkalk mit Salpetersäure entfärbt das Rete Malpighii[2]. An der Luft erhitzt, riecht Pigment mehr wie vegetabilische, als wie thierische Stoffe. Bei stärkerer Hitze entzündet es sich und fährt dann von selbst zu glimmen fort. Bei trockener Destillation hinterließ es 0,446 kohligen Rückstand, der schwer einzuäschern war; die Asche bestand aus Kochsalz, Kalk, phosphorsaurem Kalk und Eisenoxyd (Gmelin, Berzelius). Nach Hünefeld hält das trockene Pigment 0,01 Proc. Eisenoxyd.

Physiologie.

Das Pigment ist so wenig als die Epidermis ein Absonderungsproduct. Die Häute, welche es überzieht, stehen in keinem anderen Verhältnisse zu ihm, als daß sie ihm durch ihre Capillargefäße Nahrungsstoff zuführen. Die Bildung des Pigmentes scheint von den Kügelchen auszugehen, welche an der reifen Pigmentzelle als Kerne erscheinen. Bei dem Fötus setzen sich nach Valentin[3] zuerst einzelne, runde, farblose und durchsichtige Körperchen ab, welche bei dem Menschen 0,0003—0,0004″ Durchmesser haben. An der Peripherie dieser Körperchen, der Zellenkerne (Valentin nennt sie Pigmentbläschen), entstehen die schwarzen Pigmentkügelchen so, daß die ersteren in der Mitte noch durchscheinend, am Umkreise aber dunkel und undurchsichtig sind. Immer mehr belegen sich die

1 Physiol. Chemie. II, 88.

2 Marx in Schweigg. Journ. LV, 112.

3 Entwickelungsgeschichte. S. 194.

Kerne mit Pigmentkörperchen und zwar so stark, daß sie von allen Seiten von den letzteren eingehüllt und verdeckt und erst dann sichtbar werden, wenn die Pigmentkügelchen durch Druck oder Abwaschen entfernt sind. Eine feste, aber weiche und helle Substanz muß die Kerne umgeben, die Kügelchen zusammenhalten und sich später in Zellenmembran und flüssigen Inhalt sondern; in diesen Zuständen erscheint das Pigment auch im Auge des Erwachsenen an den früher bezeichneten Stellen. In der **Lamina fusca** aber wächst die Zelle in die Fortsätze aus, die sich sogar zu einem Fasernetz verbinden können. Der Uebergang der einfachen runden Zelle in die ästige durch verschiedene Mittelstufen ist nicht schwer nachzuweisen. In pathologischen Pigmentanhäufungen, den sogenannten Melanosen, findet man nicht selten die Pigmentmolecule frei in größeren, von Bindegewebe gebildeten Räumen. Der Analogie nach ist es wahrscheinlich, daß auch diese Pigmente in Zellen entstehen und erst später, durch Auflösung der Zellen oder des Bindemittels, zusammenfließen.

Das schwarze Pigment des Auges entsteht schon in einer sehr frühen Periode des Embryolebens, nimmt aber nach der Geburt immer noch an Dunkelheit zu und wird im späten Alter wieder sparsamer und heller. In der äußeren Haut der gefärbten Racen entwickelt es sich viel später; die Negerkinder sind noch bis zum dritten Tage nach der Geburt nur an wenigen Stellen schwarz [1], am übrigen Körper weiß, gleich den Europäern, oder nur braun (Camper). Vom 3ten Tage, nach Labate erst vom 8ten—10ten, beginnt auch die übrige Haut sich zu schwärzen. Vielfache Erfahrungen lehren, daß auch in späteren Perioden, z. B. zur Zeit der Pubertätsentwickelung oder der Schwangerschaft, bei der weißen Race Pigment in der Haut erzeugt werden kann; der Grund dieser Bildungen ist ein typischer und darf nicht in äußeren Einflüssen gesucht werden. Daß die Sonnenhitze und in Folge derselben übermäßige Kohlenstoffbildung schuld an der schwarzen Farbe der Neger sey, glaubt heutzutage Niemand mehr, da erwiesenermaßen Europäer in Afrika

[1] Nach Labate *(Voy. aux iles de l'Amérique T. II. c. 6)* an den Geschlechtstheilen und der Nagelwurzel, nach Camper (Demonstr. anat. path. L. I. p. 1) auch noch an der Brustwarze, nach Cassan *(Rech. anat. et phys. sur les cas d'uterus double p. 56)* am Hodensack und Nabel. Eine reiche Literatur über diesen Gegenstand giebt Heusinger, Abn. Kohlen- und Pigmentbildg. S. 23.

nicht schwarz und Mohren in Europa nicht weiß werden. Indeß beweist die Entstehung der Sommersprossen, einer schon mehr ans Pathologische grenzenden Pigmentbildung, daß auch die äußere Wärme nicht ohne Einfluß ist auf die Erzeugung des Farbestoffes in der Haut.

Daß das typisch gebildete Pigment der Regeneration fähig sey, ist durch eine große Zahl von Beobachtungen erwiesen; doch darf, wie es scheint, die Cutis nicht zu tief zerstört seyn. Die Narben, welche nach heftigeren Verbrennungen entstehen, sind nach Labate[1] bei Negern weiß. Vielleicht waren es solche Fälle, welche Boyle[2], Camper[3], Bichat[4] und Cruveilhier[5] veranlaßten zu behaupten, daß die Narben der Neger sich nicht färben. Vielleicht haben auch diese Forscher nicht hinreichend lange Zeit beobachtet, denn es geht aus Pechlin's[6] und Gordon's[7] Mittheilungen hervor, daß die Narben in der ersten Zeit nach der Heilung weiß sind und erst später schwarz werden. Nur bei ganz oberflächlichen Verletzungen findet die Regeneration des Pigmentes zugleich mit der Heilung statt. Gaultier[8] sah bei einem Neger, nach Application eines Vesicans, daß die Oberfläche der entblößten Cutis roth, ohne Pigment war; aber schon am anderen Morgen zeigte sich um jeden Haarbalg ein schwarzer Punkt. Auch Marx[9] bemerkt, daß eine Hautstelle, von welcher er den Malpighischen Schleim durch ein Blasenpflaster abgelöst und abgezogen hatte, ihre Schwärze bald wieder erhielt.

Die Anwesenheit des schwarzen Pigmentes im Auge ist für die Functionen dieses Organs von Wichtigkeit. Es ist bekannt, daß die Spielarten, bei welchen das schwarze Pigment fehlt oder wenig entwickelt ist (Kakerlaken) schon von mäßigem Tageslichte geblendet werden. Ueber die Bedeutung des Pigmentes in der Haut läßt sich nichts vermuthen.

1 a. a. O. T. II. c. 14.

2 Exp. et considerationes de coloribus. Amstel 1667. p. 139.

3 Demonstr. anat. path. L. I. c. 2.

4 *Anat. gén. IV, 607.*

5 *Essai sur l'anat. path. I, 505.*

6 De habitu et colore Aethiopum. Kiel. 1677. p. 83.

7 Tentamen medicum de vulnere natura sanando. Edinb. 1805. p. 34.

8 *Organ. de la peau. p. 53.*

9 Burdach, Phys. V, 179.

Eigenthümliche Formen von körnigen Pigmentzellen finden sich im Auge der Vögel und Fische. Auf der inneren Fläche der Choroidea und, wie es scheint, in einer Schicht vor den polyedrischen Pigmentzellen liegen platte, stabförmige und keulenförmige, oft lange und dünne, an einem oder beiden Enden zugespitzte Fasern der Länge nach neben einander geordnet. Gottsche in Pfaff's Mittheilungen. 1836. Hft. 5. S. 1. ff. Valentin, Repert. 1837. S. 246. Fig. 3. Henle in Müller's Arch. 1839. S. 387. Hannover, ebendas. 1840. S. 320.

Bei den Thieren kommen auch Pigmente von anderen, mitunter sehr brillanten Farben vor; z. B. im Gesichte der Paviane, an den Schnäbeln und Füßen vieler Vögel; doch ist es wahrscheinlich, daß diese Pigmente nicht körnig, sondern aufgelöst in Zellen enthalten sind und dem Fette näher stehen, als das schwarze Pigment. Eine chemische Analyse des Farbestoffes der Gänseschnäbel und Füße gab Göbel in Schweigger's Journ. IX, 436. So verhält sich auch das Pigment der Iris bei den Vögeln und die gefärbten Kügelchen auf der Retina, wovon später. Das silberglänzende Pigment auf der Iris und dem Bauchfelle der Fische besteht aus kleinen Stäbchen. Ehrenberg in Poggend. Ann. XXVIII, 469.

Die Stelle des Pigmentes der Choroidea wird hier und da durch Elemente anderer Art eingenommen. In weißsüchtigen Thieren fehlt, wie bemerkt, das schwarze Pigment, aber nicht die Lage polyedrischer Zellen auf der Choroidea. Bei den Wiederkäuern liegen Pigmentzellen nur auf den äußeren Theilen der Choroidea. Gegen die Mitte hin kommen ähnliche polyedrische Zellen vor, aber ohne körniges Pigment. Vielleicht bedingt der Inhalt dieser Zellen die blaugrünschillernde Farbe des Tapetum, vielleicht hängt diese auch, wie Valentin annimmt (a. a. O.), von den dahinterliegenden feinen Fasern der Choroidea ab und ist ein entoptisches Phänomen. Die reißenden Thiere haben an den nämlichen Stellen eine Schicht in mikroskopischen Körnchen abgelagerter Kalksalze. S. Hassenstein, de luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae 1836. Bei einigen Fischen (Hecht, Zander) kommt vor dem schwarzen Pigment eine eigenthümliche Schicht größerer und kleinerer, größtentheils ganz kugelrunder, bei auffallendem Lichte weißer Zellen

vor. Diese sind ganz von kleinen Körperchen erfüllt, welche schon im Innern der Zellen Molecularbewegung zeigen und die Ursache der weißen Farbe der Kugeln sind. Diese platzen in Wasser und ergießen ihren Inhalt. Salzsäure löst die Körnchen nicht auf.

Auch unter der Oberhaut der Schleim- und serösen Häute haben viele Thiere Anhäufungen von Pigment, die Wiederkäuer in der Pia mater, Frösche unter dem Peritoneum.

Ebenso, wie die Oberhaut, ist auch das körnige Pigment bis in die neueste Zeit als ein formloser, abgeschiedener Stoff, eine Art gefärbter Schleim, betrachtet worden. Die älteren Anatomen nahmen als Absonderungsorgane für denselben Drüsen in der Substanz der Iris und Choroidea an, deren Existenz erst Ruysch, Morgagni und Zinn bestritten (s. Haller, Elem. phys. V, 384). Später stellte man sich vor, daß die Secretion unmittelbar aus den Gefäßen der Choroidea geschehe; dieser Ansicht ist noch Arnold (Ueber das Auge. 1832. S. 62); er empfiehlt, um sich über das Verhältniß des Pigmentes zu unterrichten, ältere und etwas macerirte Augen. Blumenbach's Meinung (Gen. hum. var. 1795. p. 124), welcher Viele folgen, ist, daß aus der Ausdünstungsmaterie der Haut bei den Negern sich der Kohlenstoff niederschlage, der sich bei den Weißen in Kohlensäure verwandeln soll. Für das Pigment der Haut wurde übrigens noch vor Kurzem ein drüsiger Apparat aufgesucht und beschrieben durch Breschet und Roussel de Vauzème (*Ann. d. sc. nat. 2e sér. T. II. 1824. p. 323).* Es war von demselben bereits bei der Epidermis die Rede.

Bei Leeuwenhoek findet sich nur eine kurze Bemerkung über das Pigment (Opp. T. I. P. I. p. 38). Wie es so oft geschah, hielt er die Intercellulargänge für ein feines Gefäßnetz und berechnet daraus, wie klein die Theile seyn müssen, welche in den letzten Gefäßverzweigungen des Körpers circuliren. Die erste, genauere, mikroskopische Untersuchung des Augenpigmentes ist von Mondini (Comment. Bonon. VII. 1791. p. 29). Er erinnert schon, daß das Pigment nicht ein bloßer Schleim sey, sondern eine wahre Membran, gebildet aus Kügelchen, welche im Quincunx stehen, dichter in der Uvea und Iris. Am Tapetum seyen diese Kügelchen durchsichtig und weiß. Der Sohn desselben vervollständigte seine Angabe *(Opusc. scientif. di Bologna. T. II. 1818. p. 15).* Bei starker Vergrößerung fand er jedes Kügelchen aus schwarzen Pünktchen zusammengesetzt, die nach der Peripherie zahlreicher seyen, als im Centrum, oft polygonal. Auf der hinteren Fläche der Iris liegen sie in mehreren Schichten übereinander, daher die dunklere Farbe der Uvea. Viele Abbildungen sind der Abhandlung beigefügt. Die Körnchen auf der Choroidea leukotischer Thiere, welche Mondini für identisch hält mit den Pigmentzellen, sind die Zellenkerne. Schon früher hatte auch Kieser (De anamorphosi oculi. 1804. p. 34) nach einer ganz richtigen Beobachtung die Pigmenthaut als ein Zellengewebe beschrieben, welches sphärische Körperchen enthalte. Schultze

(Vgl. Anat. 1828. S. 119) sah im Vögel- und Säugethierauge vieleckige, fast kugelige Körperchen, welche, wenn man sie vom schwarzen Stoffe, der sie umhülle, befreit habe, durchsichtig erscheinen. Sie sollen durch Vorsprünge zusammenhängen, welche von jeder Kante ausgehen und den einzelnen ein dorniges Ansehen geben. Der Durchmesser betrage $^1/_{50}$—$^1/_{30}$''' (offenbar viel zu groß und wohl nur nach ungefährer Schätzung). Von den kleinen Pigmentkörperchen giebt schon E. H. Weber an (Hildebr. Anat. I. 1830. S. 161) daß sie nicht vollkommen rund seyen. In frischen Augen fand er größere, runde Kugeln, 0,005—0,007''' im Durchmesser, welche im Wasser aufschwellen und endlich in die kleinen Körnchen zerfallen. Bei dem 3—4 Monate alten menschlichen Embryo besteht nach v. Ammon (Ztschr. f. Ophthalm. II, 1832. S. 510) das Pigment aus ziemlich regelmäßigen, kleinen, schwarzen Flecken, welche manchmal das Ansehen von Wachszellen haben. R. Wagner (ebendas. III. 1833. S. 284; vgl. Burdach Physiol. V, S. 180) bestätigte Weber's Beobachtung, dachte aber auch schon an die Granulation, welche die größeren Körnchen zusammenhält. Es fiel ihm auf, daß dieselben durch Druck u. s. f. von Pigment entblößt werden konnten und doch ihre Umrisse behalten. Ausführlicher handelt Wharton Jones (*Edinb. med. and surg. Journ. 1833. July. p. 77*) von der Structur der Pigmentschicht. Sie bestehe aus einer zusammenhängenden, aus regelmäßigen, sechsseitigen Platten zusammengefügten Membran, in welche sich das Pigment ablagere; das Pigment sey nicht wesentlicher Bestandtheil der Membrana pigmenti, da diese sich auch ungefärbt über das Tapetum der Säugethiere fortsetze und auch in Albinos vorhanden sey, nur daß hier die Platten nicht hexagonal, sondern rund sind. (Hier wurden die Zellenkerne für die Platten selbst gehalten und die Contouren der Zellen übersehen.) Die hexagonalen Platten seyen durch Schleim- oder Zellgewebe verbunden und lassen sich leicht trennen. Auf der Uvea seyen sie nicht mehr hexagonal, sondern rundlich, aber von ziemlich derselben Größe. Den Namen Membran verdient die Pigmentschicht der Choroidea gewiß eben so gut, wie die Oberhaut; es ist aber wohl zu beachten, daß mit demselben Namen von Anderen ganz andere Dinge bezeichnet werden. Bei Jones ist Membrana pigmenti und Pigment synonym. Die Pigmenthaut ist eine aus Zellen zusammengesetzte Membran, deren Zellen das Pigment einschließen. Von Anderen aber wird unter Membrana pigmenti eine Haut verstanden, welche die Pigmentschichten überziehe, gleichsam zur Umhüllung derselben diene. und so ist der Name bald der Jacob'schen Haut, bald einzelnen Theilen der Demours'schen Haut übertragen werden. Krause z. B. (Anat. I, 414) setzt Membrana pigmenti und Jacobi ohne Weiteres als Synonyma und beschreibt unter dieser Benennung eine Zellhaut, welche die innere Oberfläche des Pigmentes auf der Choroidea, dann auf dem Faltenkranze und zuletzt auf der hinteren Fläche der Iris bekleide, an deren Rande sie mit der Demours'schen Haut zusammengrenze. Eine solche Membran kann für nothwendig erachtet werden, wenn man das Pigment für einen structurlos abgelagerten Schleim hält. Da aber die Oberhäute der freien Flächen des Körpers nicht anders, wie das Pigment, aus nebeneinanderliegenden und durch Intercellularsubstanz verbundenen Zellen

bestehen, so ist wohl einleuchtend, daß die eine Haut der anderen zu ihrer Befestigung nicht bedürfe. Ohne hier schon auf die Controverse über die serösen Häute der Augenkammern einzugehen, kann ich doch versichern, daß das Pigment an der Stelle, wo es frei liegt, an der hinteren Fläche der Iris, keinen von den Pigmentzellen verschiedenen diaphanen Ueberzug besitzt und daß demnach den Häuten, welche an der Choroidea und dem Corpus ciliare zunächst auf die Pigmentschicht folgen, die ihnen zugeschriebene Bedeutung nicht zukomme.

Ueber die Natur des bereits von früheren Beobachtern bemerkten und auch in der Abbildung von Wh. Jones angegebenen helleren Fleckes im Centrum der Pigmentzelle gaben zuerst Valentin's oben mitgetheilte Untersuchungen am Fötusauge Aufschluß (1835). Die hexagonale Form der Elemente des Pigmentes wurde fast von allen folgenden Beobachtern richtig angegeben, aber der Kern und helle Fleck im Centrum verschieden gedeutet. Nur Berres (Anatomie d. mikroskop. Gebilde. Heft IV. 1836. S. 82) rechnet das Pigment noch, mit der Oberhaut, zu den anorganischen Stoffen. Es bestehe aus Bläschen, die mit einem dunkeln Farbestoffe überzogen und meist gruppenweise zusammengehäuft seyen. Langenbeck (De retina. 1836. p. 16—37) erklärte die sechseckigen Platten zuerst für Zellen, von länglicher oder prismatischer Form, welche in Fächern die Pigmentmolecule enthalten sollen. Der helle Punkt in der Mitte sey deprimirt und der Mündung eines Hautbalges oder den Poren in den Epidermiszellen der Blätter ähnlich. Er glaubt, daß sie zur Aufnahme von Zellgewebefasern bestimmt seyen, welche aus der inneren Fläche der Choroidea frei hervorragen und etwas angeschwollen und wie keulenförmig endend gegen die äußere Oberfläche des Pigmentes gerichtet seyen. Diese Beobachtungen sind an Augen von Pferden gemacht. Diesen soll noch über dem Pigment eine besondere Lamina nigricans zukommen; indeß ist dieselbe Figur zur Beschreibung des Pigmentes und der Lamina nigricans citirt und die Elemente beider sind ganz gleich beschrieben. Die hellen Streifen zwischen den Zellen, den Intercellulargängen der Pflanzen entsprechend, beständen aus Zellgewebe und dieses scheine auch die Zellen selbst zu bilden, da dieselben, wenn die Pigmentkörperchen entfernt werden, hell zurückbleiben. Gottsche (Pfaff's Mitthlg. 1836. Hft. 5. S. 1 ff) vermuthet, daß der helle Rand der Pigmentbüchsen, so nennt er die Zellen, die Dicke ihrer Wände andeute. Die Intercellulargänge seyen mitunter wie aus Kügelchen zusammengesetzt, was wohl nur auf optischer Täuschung beruht. Die helle Stelle hält er ebenfalls für eine Excretionsöffnung; doch sah er auch den Kern, wiewohl nicht ganz richtig, an den hellen Pigmentbläschen des Tapetum. Auch Gottsche beobachtete einzelne viel größere Pigmentzellen, um welche auf sehr eigenthümliche Weise die kleineren umherliegen. Daß die vordere Fläche der Pigmenthaut umgeschlagen einen hellen Saum zeigt, war ihm wohlbekannt, doch hält er ihn mit Unrecht für eine besondere, seröse Haut. Die Pigmentzellen im vorderen Theile des Auges fand er stets um die Hälfte kleiner als die der Choroidea. Das Pigment der Lamina fusca charakterisirt er sehr treffend, es seyen Vierecke, Fünfecke, Sechsecke, manchmal nur Aggregate von schwarzen Körnern um eine helle Stelle und die Phan-

taſie habe freien Spielraum ſich Kreuze, fliegende Drachen, laufende Männchen ꝛc. zu deuten. Sie bilden keine eigene Membran, ſondern liegen in dem gefäßreichen Zellgewebe eingeſenkt. Gottſche ſpricht auch von einem zerfloſſenen Pigment, welches aber nur durch Zerſtörung der Pigmentzellen entſtanden iſt. Ich muß Valentin beiſtimmen, wenn er behauptet (Verlauf und Enden d. Nerven. 1836. S. 43) daß ſich nie iſolirte Pigmentkügelchen finden, ſondern immer eine bedeutende Zahl derſelben ein rundes helles Bläschen umgiebt. Dagegen ſprechen die oben mitgetheilten, chemiſchen Thatſachen nicht für ſeine Anſicht, daß die Pigmentkügelchen durch zarte Hüllen begrenzte Tropfen von Oel oder einem verwandten Stoffe ſeyen. Im Repertorium (1837. S. 246) bemerkt er, daß in jedem Pigmenthaufen conſtant nur ein Bläschen ſich befinde; er gedenkt aber auch dort weder des Stoffes, welcher die Molecule verbindet, noch der Membran, welche ſie bei vollſtändig gebildeter Zelle einſchließt. Theils mit Gottſche's, theils mit Langenbeck's Beſchreibung ſtimmt die von Michaelis (Müll. Arch. 1837. S. XXXVII.). Gegen die, von dieſen Forſchern gegebene Deutung der hellen Centra erklärt ſich an dieſer Stelle auch J. Müller, da er die Kerne iſolirt geſehen habe. Zuletzt erwähnt Eſchricht (ebendaſ. 1838. S. 590) die ſpießigen Pigmentzellen von der äußeren Fläche der Choroidea, hält aber die Flecke ebenfalls für Löcher. Die genauere Beſchreibung der Pigmentzellen des Negers wurde zuerſt in meinen Symbolae ad anat. vill. 1837. p. 6 gegeben. Schon Marſhall Hall (*Circulat. 1831. Pl. IV. Fig. 2, 3*) und Treviranus (Beitr. IV. 1838. S. 74) hatten Abbildungen von ſternförmigen Pigmentzellen aus der Haut und den Gefäßen des Froſches gegeben. Die Deutung dieſer unregelmäßigen und confluirenden Pigmentzellen verdanken wir Schwann (Mikroſkop. Unterſ. 1839. S. 89), welcher ihre Bildung in der äußeren Haut des Froſches verfolgte und erklärte. G. Simon (Müll. Arch. 1840. S. 179) wies auch in den gefärbten Hautſtellen bei der weißen Race und in den pathologiſchen Färbungen der Haut die Pigmentzellen nach; im Widerſpruche mit Flourens (*Ann. des sc. 2e sér. T. IX. 1838. p. 240*), welcher als den Sitz der Farbe der Sommerſproſſen die Cutis ſelber anſieht.

Von den Haaren.

Durch den Mangel an Gefäßen und Nerven und durch die chemiſchen Eigenſchaften ſchließen ſich die Haare zunächſt der Oberhaut an, als deren Auswüchſe man ſie immer zu betrachten pflegte. Allein ihr Bau iſt zuſammengeſetzter und der Structur nach nähern ſie ſich ſchon den höher organiſirten Geweben. An der Wurzel ſtehen auch ſie mit einem gefäßreichen Gewebe in Zuſammenhang, von welchem aus die Ernährung und Neubildung erfolgt. Nach der gewöhnlichen Anſicht erhebt ſich am Boden einer Einſtülpung der Cutis, des Haarbalges, eine gefäß= und nervenreiche Papille, Haarzwiebel oder Keim, welche auf ihrer Oberfläche die Haarſub=

stanz absondert und dadurch immer das eben Gebildete nach außen drängt.

Structur.

Die Haare sind im Allgemeinen cylindrisch, zuweilen auch mehr oder minder platt, länger oder kürzer, immer aber im Verhältniß zur Länge sehr dünn, fadenförmig, verschieden gefärbt, vom reinen Weiß durch Gelb oder Roth und Braun ins Kohlschwarze, gerade oder gekräuselt. Die Dicke der Haare ist nicht überall gleich. In verschiedenen Individuen zeigen sich, wie bekannt, sehr bedeutende Variationen der Feinheit; die blonden sind meistens feiner als die dunkeln. Auch kommen an verschiedenen Regionen desselben Körpers Haare von sehr verschiedener Stärke, wie auch von verschiedener Länge vor, wovon weiter unten die Rede seyn wird. Im Allgemeinen kann man den Durchmesser der längeren Haare, z. B. des Kopfes, zu 0,01—0,05‴, den Durchmesser der feinen Wollhaare des Körpers zu etwa 0,006‴ annehmen.

Man unterscheidet an jedem Haar das untere Ende, Wurzel, welches meist verdickt ist, in der Haut verborgen liegt und bei stärkeren Haaren in das Fettgewebe unter der Cutis, an den Augenlidern und dem Ohre auch in die Substanz des Tarsus und des Ohrknorpels reicht; ferner den Körper oder Schaft des Haares, welcher nur zum kleinen Theil noch in der Haut steckt, größtentheils aber über die Körperfläche hervorragt, und an diesem wieder das obere, freie Ende, die Spitze.

Bei der Beschreibung der feineren Structur des Haares gehen wir von dem Schafte aus. An demselben unterscheidet man, in der Regel, zwei Substanzen, eine äußere, durchscheinendere und glatte, die Rinde (Taf. I. Fig. 14. h), und eine innere, körnige, das Mark (Fig. 14. g). Das Mark ist an den gefärbten Haaren dunkler, an den weißen Haaren glänzender weiß, als die Rindensubstanz, so daß die Farbe des Haares hauptsächlich von dem Marke herrührt; doch ist auch die Rinde an den gefärbten Haaren nicht farblos, sondern nur minder intensiv farbig.

Die Rindensubstanz zeigt in ihrer ganzen Länge eine sehr merkliche, der Länge nach laufende Streifung (Fig. 14. n), so daß sie wie aus einzelnen Fasern zusammengesetzt scheint. Zuweilen lassen sich auch beim Spalten der Länge nach einzelne faserige Stücke abnehmen und an geknickten Stellen sieht man die Bruchenden in

einzelne, unregelmäßige Fasern splittern. Am entschiedensten aber zeigt sich der faserige Bau zuweilen in der Nähe der Wurzel, indem beim Herausziehen des Haares aus dem Balge sich Stücke der äußeren Schicht der Länge nach abstreifen und herunterschlagen, wie wenn man einem Rohre oder Grashalme die Epidermis in einzelnen Streifen herabzöge (Fig. 16. f f). Die Fasern sind hell, mit etwas dunkeln und rauhen Rändern, gerade, steif und brüchig, 0,0027‴ breit und ganz platt. Ob sie miteinander anastomosiren, wie es Fig. 16. g den Anschein hat, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben; jedenfalls geschieht es nur höchst selten. Die Streifen verlieren sich gegen die Spitze des Haares, gegen die Wurzel hin werden sie deutlicher und hier sieht man auch stärkere, der Länge nach laufende und dunklere Streifen, die sich wie kurze und häufig unterbrochene Furchen ausnehmen; von diesen wird später die Rede seyn. Die Längsstreifen sind in jeder Tiefe bis zur Marksubstanz hin deutlich.

Der Haarschaft hat aber, in der Regel, noch eine andere andere Art von Streifen, welche nur an der Oberfläche sichtbar sind, nämlich quer etwas schief verlaufende, wellenförmig gebogene Linien, die einen sehr merklichen Schatten werfen, mitunter auch am Rande des Haares etwas vorragen (Fig. 14. p). Dies ist besonders auffallend an der Spitze der stärkeren Haare und an den feinen Wollhaaren, welche oft dadurch ein Ansehen erhalten, wie Bambusrohre. Häufig verbinden sie sich untereinander, indem zwei Querstreifen zu einem einzigen zusammenfließen. Sie stehen so dicht, daß auf eine Länge von 0,1‴ 20—28 solcher Streifen kommen. Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, daß sie nur der Oberfläche angehören. Betrachtet man nämlich ein cylindrisches, z. B. ein Kopfhaar bei starker Vergrößerung, indem man es mit etwas Wasser zwischen zwei Glasplatten preßt, und bringt man die Oberfläche desselben in den Focus, so sind zuerst die Querstreifen deutlich, während die Marksubstanz nicht oder zerstreut gesehen wird. Nähert man dann allmählig die Objectivlinse dem Objecte, so verschwinden die Querstreifen und das Mark wird deutlich; dann bei fortgesetztem Schrauben wird wieder das Mark undeutlich und die Querstreifen der unteren Fläche treten in die richtige Distanz.

An Haaren, die der Länge nach gespalten oder sehr schief durchschnitten sind, sieht man auf der Schnittfläche keine Querstreifen, aber wohl die Längsfasern. Indem die Querstreifen am Rande vorragen,

macht sich ein Bild, als bestehe das Haar aus ineinandersteckenden Röhren, deren obere Begrenzungen durch die Querstreifen ausgedrückt würden. Für eine solche Bildung scheint auch das bekannte von Fourcroy angegebene Experiment zu sprechen, daß Haare, zwischen zwei Fingern gerollt, sich immer nach einer Seite und zwar nach der Spitze hin fortschieben. Die wahre Ursache sowohl der Querstreifen, als der schiefen Anastomosen zwischen denselben liegt darin, daß ein Ueberzug von kleinen Schüppchen, denen der Epidermis ähnlich, die Fasern des Haares äußerlich umgiebt; die Schüppchen sind kreisförmig gestellt, die der unteren, d. h. der Wurzel näheren Schicht decken die der zunächst höher gelegenen dachziegelförmig und sie sind so dicht aneinander gedrängt, daß der ganze Ueberzug die Dicke von 3—4 Schüppchen hat. Daher reicht auch oft die Faserung der Rindensubstanz nicht bis zum äußeren Rande des Haares, sondern es wird die farbige Rindensubstanz noch von einer hellen, anscheinend structurlosen Lamelle überzogen, die hier und da an den Seiten den Rand bildet, indem die Rindensubstanz sich etwas nach innen davon entfernt. Durch Behandlung des Haares mit concentrirter Schwefelsäure kann man die Structur dieses Ueberzuges ermitteln; die Schichten desselben spreizen sich dann auseinander, das Haar wird am ganzen Rande borstig, indem die oberen, freien Ränder jeder Schicht sich nach außen umlegen. Bei fortgesetzter Einwirkung der Schwefelsäure löst sich der Ueberzug fetzenweise ab und fällt seitlich von dem Haare auf das Glas hin, wo dann solche Fetzen ein ganz ziegeldachförmiges Ansehen haben. Zuletzt trennen sich die Schüppchen einzeln ab, besonders wenn das Haar etwas hin- und hergeschoben wird. Sie sind ganz wasserhell, von eckigen Contouren. Meyer sah in einzelnen derselben, namentlich in der Nähe der Wurzel, einen Zellenkern.

An der Stelle, wo der Haarschaft die Haut durchbohrt, ist derselbe überdies immer von einzelnen, lose anhängenden Epidermisplättchen umgeben. Solche kommen auch nicht selten höher hinauf hier und da vor, und es kann scheinen, wenn sie beim Wälzen und Drücken des Haares abgelöst werden, als seyen sie abgelöste Theile des eigentlichen Ueberzuges. Dieser haftet aber ganz fest an dem Haare; jene Epidermisplättchen adhäriren ihm nur von der Zeit her, wo es an der betreffenden Stelle in dem Eingange des Haarbalges steckte. Bei längeren Haaren sind sie um so seltener, je weiter von der Wurzel.

Die Marksubstanz (Fig. 14. g) nimmt, wenn sie vorhanden ist, den mittleren Theil des Haarschaftes ein. Sie fehlt in den stärkeren Haaren nicht leicht völlig, wenn auch oft in großen Strecken; in den feinen Wollhaaren dagegen ist sie nicht zu finden. Sie besteht aus sehr kleinen, zu Klümpchen agglomerirten, Pigmentkörnchen oder Fetttröpfchen ähnlichen, glänzenden Kügelchen, welche oft in continuirlicher und dichter Reihe übereinander liegen und dann nur eine dunkle, körnige Masse darstellen, oft aber auch minder gehäuft und dann deutlich als einzelne Conglomerate (Fig. 14. g) erkennbar sind, selbst hier und da größere oder kleinere Lücken zwischen sich lassen. Zuweilen finden sich auch zwei parallele Streifen von Mark der Länge nach nebeneinander, durch einen hellen Streifen getrennt, und fließen weiterhin wieder zu einem einzigen zusammen. Ist die Marksubstanz in kürzerer oder längerer Strecke unterbrochen, so erscheint an solchen Stellen das Haar oft von ganz gleichmäßig faserigem Baue, wie ein solider Cylinder; oft ist es auch heller im Innern an der Stelle, wo die Marksubstanz vermißt wird, oder von einem dicht und unregelmäßig querstreifigen Gefüge, dunkler als die Rinde. Zuweilen sah ich selbst die Lücke in der Marksubstanz von zwei Linien begrenzt, welche sich oben und unten in die seitlichen Grenzen der Marksubstanz fortsetzen, so daß es den Anschein hatte, als verlaufe im Innern des Haares ein Canal, welcher bald von den Kügelchen des Markes eingenommen, bald leer oder nur mit gleichförmiger, durchsichtiger Substanz erfüllt seyn müßte. Der Querdurchmesser der Marksubstanz beträgt ungefähr $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ des Durchmessers des ganzen Haarschaftes, und diesen Durchmesser müßte auch der Canal haben. Diese Methode der Untersuchung reicht zwar aus, um die Marksubstanz zu erkennen, nicht aber, um sich von der Existenz eines centralen Canales mit Bestimmtheit zu überzeugen. Zu dem Ende ist es nöthig, feine Querschnitte zu untersuchen, die man sich sehr leicht dadurch verschafft, daß man kurze Zeit nach dem Rasiren dieselbe Operation abermals vornimmt. Die Scheiben oder kurzen Haarcylinder, welche man auf diese Weise erhält, sind zwar meist sehr schief abgeschnitten und deshalb unbrauchbar; doch finden sich unter der Menge von Fragmenten immer einige, die so fein sind, daß sie sich auf die eine Schnittfläche legen, und die andere nach oben kehren. Man sieht alsdann, wenn das Haar Mark enthielt, wie dieses, mehr oder minder regelmäßig kreisförmig begrenzt, gleich einem Kerne, die

Mitte einnimmt, und von einem Ringe heller und sehr fein streifiger oder körniger Rinde umgeben ist. In dem Segmente eines etwas platten Barthaares, welches 0,059''' im größten, 0,041''' im kleinsten Durchmesser maß, betrug der Durchmesser des Markes 0,017'''. Aber auch, wenn die Marksubstanz fehlt, wird an der entsprechenden Stelle auf dem Querdurchschnitte eine dem äußeren Umfange des Segmentes concentrisch verlaufende dunkle Linie wahrgenommen, welche nur die Grenze des Markcanales seyn kann. Dieser ist alsdann zwar nicht leer, aber doch von einer Substanz eingenommen, die sich dem Ansehen nach von der Substanz der Rinde unterscheidet, heller und weicher zu seyn scheint. In einzelnen Haaren, namentlich in den feinen, fehlt zuweilen die Marksubstanz völlig; häufiger fehlt sie in sehr großen Strecken und fängt erst in weiter Entfernung von der Wurzel an. Nicht immer ist in dem unteren Theile des Haarschaftes und niemals in der Spitze Mark wahrzunehmen.

An dem oberen Ende verjüngt sich der Haarschaft, um in die Spitze überzugehen, entweder allmählig oder plötzlich. Das Ende ist an den längeren Haaren wirklich spitz, zuweilen auch durch einen oder mehrere Einschnitte in kurzen Strecken gespalten. (An den Borsten reicht die Spaltung bekanntlich oft tief hinunter). An dem feineren Flaumenhaare des Körpers ist häufig, wahrscheinlich nachdem die Spitze abgebrochen, das obere Ende fast eben so stark wie der Körper und abgerundet. Hier unterscheidet sich auch die Structur der Spitze nicht von der des übrigen Haares. Wo das obere Ende sehr fein wird, z. B. an den Augenwimpern, verlieren sich die wellenförmigen Querstreifen so wie das Mark, und die Längsstreifen werden undeutlich.

Die Haare sind bei verschiedenen Subjecten und an verschiedenen Körperstellen desselben Subjectes von sehr wechselnder Stärke und Form. Die Kopfhaare sind im Allgemeinen cylindrisch, häufig auch etwas abgeplattet, auch die feinen Wollhaare des Gesichtes und Körpers sind cylindrisch, die längeren und dunkeln Körperhaare aber, namentlich die des Bartes, der Achselgruben, der Brust- und Schamgegend, ferner die Haare an den Augenbrauen und am Eingange der Nase, zeigen sich auf dem Querdurchschnitte oval, selbst nierenförmig, so daß der größere Durchmesser ihrer Durchschnittsfläche um $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ größer ist, als der kleinere. Bei Negern ist auch an den Kopfhaaren der eine Durchmesser um die Hälfte, selbst um

⅓ größer, als der andere. Von der Form der Haare hängt ihre Krümmung ab, je platter sie sind, um so krauser, und zwar liegen die platten Seiten alsdann der Axe der Krümmung gerade zu- oder abgewandt.

Die Dicke der Haare ist auch an demselben Schafte nicht überall gleich. Nicht nur verjüngen sie sich gegen die Spitze hin, auch nach der Wurzel werden sie zuweilen dünner; dies ist besonders merklich an den Augenwimpern, welche dadurch im Kleinen die Form der Stacheln (von Igeln und Stachelschweinen) wiederholen. Minder regelmäßige Variationen kommen in der Dicke desselben Haarschaftes vor. So z. B. betrug nach E. H. Weber's Messungen die Dicke des Kopfhaares eines Negers an einer Stelle 0,038‴ Par. im größten, 0,019‴ im kleinsten Durchmesser, an einer anderen Stelle 0,041‴ auf 0,0023‴, an einer dritten wieder 0,038‴ auf 0,019‴. Ein anderes Negerhaar, an vier Stellen gemessen, zeigte:

im größten Durchm.	im kleinsten Durchm.
0,0425	0,0310
0,0470	0,0340
0,0425	0,0295
0,0410	0,0340

so daß der größte Durchmesser um 0,0060‴ schwankte.

Das Ansehen des unteren Endes des Haares, der Wurzel oder der Zwiebel, ist nach den verschiedenen Entwickelungsepochen desselben sehr verschieden; freiwillig ausgefallene Haare haben eine unbedeutende, gewöhnlich auch an dunkeln Haaren weiße, trockene Anschwellung; an ausgerissenen Haaren ist das untere Ende in einer Länge von 1—2‴ weich und feucht, oft nicht nur nicht verdickt, sondern allmählig zugespitzt und am Ende wie abgerissen, in anderen Fällen entweder in der ganzen Länge, oder an einzelnen Stellen von einer weichen, weißen, wie fettigen Substanz umgeben, die sich abstreifen läßt und mit welcher es um das Dreifache und mehr stärker ist, als der Haarschaft. Diese Substanz ist es, welche man im gemeinen Leben die Haarwurzel zu nennen pflegt. Sie entspricht, wie sich zeigen wird, zugleich der Haarwurzel und dem Gebilde, welches in anatomischen Werken als Haarbalg beschrieben wird.

Betrachtet man bei starker Vergrößerung ein mit der sogenannten Wurzel vollständig ausgerissenes Haar (Augenwimpern und weiße Kopfhaare eignen sich am meisten zu diesen Untersuchungen), an welchem also das untere Ende einen Cylinder darstellt, der

dicker als das Haar ist, oder einen spindelförmigen Körper, dessen Ränder allmählig in den Haarschaft übergehen; so sieht man, wie im Innern der weißen Substanz der Haarschaft eine Strecke weit unverändert, höchstens etwas heller, und mit den ihm eigenen scharfen Contouren, oft mit auffallend deutlichen und am Rande prominirenden Querstreifen herabsteigt, die hier täuschend das Ansehen von breiten, anastomosirenden, das Haar umspinnenden Fasern haben (Fig. 14. o. Fig. 16. c), da die Schüppchen mit den seitlichen Rändern ganz genau aneinander gefügt sind und sich am oberen, freien Rande stark nach außen umbiegen. Nach unten hört die Lage derselben oft mit einem ganz scharfen Rande auf (Fig. 14. e). Sie sind es vorzugsweise, die dem Haare, wenigstens an der Wurzel, seine Festigkeit geben; wo sie aufhören, fahren die Längsfasern wie Besenreiser auseinander und lassen sich hin- und herbiegen. Am Ende schwillt der Haarschaft allmählig zu einer Kugel oder einem eiförmigen Körper an, dessen längste Axe eine Fortsetzung der Längenaxe des Haares ist. Der Durchmesser des Körpers, den ich Haarknopf nennen will (da die bereits üblichen Namen mehrfache Bedeutungen erhalten haben), kann das Dreifache des Haarschaftes betragen. Es maß, z. B., der Haarknopf an einem Haare von 0,033‴ Durchmesser 0,093‴. Wo der Haarschaft in den Knopf übergeht, hört die Schärfe seiner Contouren auf, die wellenförmigen Querstreifen schwinden, die Längsstreifen werden viel feiner und deutlicher, sie divergiren zugleich wie die Haare eines Pinsels, gleichsam in den Haarknopf ausstrahlend, ihre Farbe wird heller. Es zeigt sich nun, daß die kurzen und dunkeln Längsstreifen, deren oben gedacht wurde, von platten und schmalen Körperchen erzeugt werden, welche nichts sind, als metamorphosirte Zellenkerne. Am oberen Theile des Haarknopfes sind sie am feinsten, aber sehr lang, 0,007—0,008‴ bei einer Breite von höchstens 0,0006‴; häufig schlangenförmig gekrümmt (Fig. 16. d. Fig. 14. m), zuweilen durch blasse Fäden verbunden, an welchen sie wie Anschwellungen erscheinen; weiter nach unten werden sie breiter, oval, an beiden Enden zugespitzt (Fig. 14. l) und haben oft eine körnige Oberfläche; behandelt man das Haar mit Essigsäure, so lösen sie sich ab und schwimmen isolirt umher; einzelne liegen alsdann in einem hellen, rhombischen Plättchen und zwar im längsten Durchmesser desselben; gegen die Mitte oder den Aequator des Haarknopfes hin gehen sie über in rundliche oder eckige Körnchen von 0,002—0,003‴ Durch-

messer, von dem Charakter der Zellenkerne des Rete Malpighii, die durch Anwendung einer nicht zu concentrirten Essigsäure sehr deutlich werden (Fig. 14. k). Sie liegen ziemlich gedrängt nebeneinander in einer wasserhellen, aber festen und zähen Substanz, aus welcher sie sich schwer isoliren lassen; gelingt dies, so sieht man sie zuweilen von einer feineren Schicht derselben, einer Art von Zelle, umgeben. Auf den oben erwähnten Längsfasern des Haarschaftes sieht man nur hier und da noch Spuren der Zellenkerne in Gestalt dunkler Streifen oder kurzer Reihen von Pünktchen. Ein paarmal fand ich auch außen um die Längsfasern und gleichsam statt der äußersten Schicht derselben eine wasserhelle, ganz homogene und nicht in Fasern oder Zellen abgetheilte Membran, auf welcher jedoch die gestreckten Zellenkerne in regelmäßigen Längsreihen geordnet lagen. Bei dunkeln Haaren kommen unter den beschriebenen Kernen auch einzelne, rundliche Pigmentconglomerate vor, ähnlich denen der gefärbten Stellen des Rete Malpighii. Statt der Marksubstanz zeigt sich in dem Haarknopfe ein scharf begrenzter Längsstreif (Fig. 16. a), der für sich frei herauspräparirt werden kann. Es ist ein rundlicher, etwas plattgedrückter Cylinder, der zuweilen nur aus einer einfachen Reihe viereckiger, der Länge nach aneinander gefügter Zellen mit deutlichem Kerne und Kernkörperchen besteht, zuweilen von zwei Zellenreihen gebildet wird. Oft sieht man die Zellenwände an den Stellen, wo sie aneinanderstoßen, verschwunden und nur noch Einkerbungen statt derselben. Endlich fehlen auch diese, die Zellenkerne wachsen in die Breite bis zu 0,003‴ (Fig. 16. c) und weiter hinauf häuft sich Pigment um dieselben an. Der obere Pol des Haarknopfes hängt, wie erwähnt, mit dem Haarschafte ununterbrochen zusammen; der untere Pol ist immer abgerissen, zuweilen gerade an oder etwas über der Spitze, und dieser Fall ist besonders lehrreich. Man sieht alsdann durch die unregelmäßig abgerissenen unteren Ränder des Haarknopfes in das Innere desselben; man überzeugt sich, daß er hohl ist und daß in seinen Wänden die Zellenkerne in einfacher Schicht liegen. Die Oeffnung an der unteren Spitze, welche in diesem Falle in die Höhle des Haarknopfes führt, hat etwa 0,020‴ im Durchmesser.

Nach oben geht aber von dem Haarknopfe außer dem Haarschafte noch ein anderes Gebilde aus; ich will es Wurzelscheide nennen. Es umfaßt den Haarschaft wie eine enge Röhre, kann

aber durch Druck von ihm entfernt werden, so daß zwischen der äußeren Fläche des Haarschaftes und der inneren Wand der Röhre ein Raum entsteht, in welchem man zuweilen flüssiges Fett auf- und abtreiben und selbst oben zwischen dem Haare und der Röhre herauspressen kann. An dieser Röhre muß man eine äußere und innere Schicht unterscheiden. Die innere (Fig. 14. d) ist dünner und heller. Sie hat zu den Seiten des Haarknopfes, an dem Haare, an welchem die bisherigen Messungen angestellt wurden, eine scheinbare Dicke von 0,0085‴; ich sage scheinbar, weil eine Messung auf dem Rande, wie sie hier allein möglich ist, nicht genau seyn kann.

Wo die äußere Schicht der Wurzelscheide (Fig. 14. c) am stärksten ist, hat sie auf dem Rande einen Durchmesser von 0,030‴. Sie ist körnig, gelblich und, gleich dem Haarknopfe, aus einer hellen Substanz und Zellenkernen gebildet, die aber an den dickeren Stellen mehrfach übereinander liegen. Die äußersten Zellenkerne sind durch querlaufende, helle Linien geschieden (i), wahrscheinlich die Grenzen cylinderförmiger feiner Zellen, in welchen die Kerne enthalten sind. Die innere Schicht der Wurzelscheide hat fast in ihrer ganzen Länge dieselbe Dicke, die äußere dagegen verdünnt sich nach oben und unten. Unten verschmelzen beide untereinander und mit der Oberfläche des Haarknopfes, so daß die Wand des letzteren gewissermaßen in drei verschiedene Gebilde sich sondert, in die Rinde des Haares und die beiden Schichten der Wurzelscheide. Diese geht nach oben und außen ohne Unterbrechung in die Epidermis über, wie man an feinen Durchschnitten einer mit Haaren versehenen Haut sehen kann. Man dürfte demnach auch die Wurzelscheide eine Einstülpung der Oberhaut nennen, von deren Boden das Haar sich erhebt. Die Wurzelscheide ist aber nicht identisch mit dem Haarbalge, der Gefäße hat, sondern nur gleichsam das Epithelium desselben, dessen innerste Schichten indessen nicht direct abgeschuppt werden, sondern eine eigenthümliche Metamorphose erfahren, von welcher sogleich die Rede seyn soll.

Der eigentliche Haarbalg (Fig. 14. a) ist aus Bindegewebefäden gebildet, eine wahre Einstülpung der Cutis. So weit das Haar durch die Cutis läuft, ist der Haarbalg von der Substanz der letzteren nicht wohl zu trennen. Der unterste Theil des Haares aber, der an vielen Stellen, wie z. B. in der Achselhöhle, ins Fettgewebe hinabreicht, läßt sich leicht mit seinem bindegewebigen

Haarbalge isoliren. Dieser bildet alsdann um die eben beschriebene Haarscheide eine äußere Schicht von Längsfasern, welche stellenweise Zellenkerne enthalten, eine Schicht von 0,010‴ Dicke um einen Haarknopf von 0,060‴ Durchmesser. Dieser Balg endet nach unten blind und etwas erweitert, um den Haarknopf aufzunehmen. Er ist am stärksten am blinden Ende, und von diesem erhebt sich wieder ein Fortsatz nach innen, die Haarpulpa (b), welche durch die Oeffnung des Haarknopfes von unten in die Höhle desselben eindringt. Seine Gestalt konnte ich nicht genau ermitteln, da beim Abreißen des Haares fast immer der unterste Theil des Haarknopfes um die Pulpa sitzen bleibt. Indeß läßt sie sich einigermaßen auch durch den Haarknopf erkennen, welcher, so weit er die Pulpa umgiebt, heller ist, als an den höheren Stellen (f). Darnach scheint die Pulpa kurz und kegelförmig zugespitzt zu seyn. Im Uebrigen ist der Haarbalg nach innen glatt, nach außen durch Bindegewebefäden mit benachbarten Theilen mehr oder minder lose verbunden. Er hat Gefäße und wohl auch Nerven; ob diese indeß beim Menschen in die Haarpulpa eindringen, ist noch nicht entschieden. Der Schmerz, welcher beim Ausreißen der Haare empfunden wird, kann auch in mittelbarer Zerrung tiefer liegender, nervenreicher Theile begründet seyn.

Ich bemerke noch, daß beim Ausreißen gesunder Haare häufig nicht die ganze Haarscheide, sondern bald der obere, bald und häufiger nur der untere Theil derselben an dem Haarschafte hängen bleibt und mit herausgezogen wird, wodurch die sogenannte Wurzel gar vielerlei Gestalten annehmen kann, die sich aber alle aus dem Vorhergehenden leicht deuten lassen. Auch bleibt fast immer der obere Theil der Wurzelscheide zurück, von der Einmündungsstelle der Talgdrüsen an, welche dicht unter der Hautoberfläche sich befindet.

Ist das Haar mit der Wurzelscheide vollständig ausgezogen oder auch nur mit der inneren Schicht derselben, so läßt sich durch Druck unter dem Mikroskope die Scheide spalten, von dem Haare entfernen und die innere Schicht isolirt zur Ansicht bringen. Diese zeigt sich alsdann als eine weiche und zähe, ganz glashelle, einfache oder netzförmig durchbrochene Membran, welche nicht weiter, weder in Fasern, noch in Kügelchen zerlegt werden kann. Die Oeffnungen derselben sind entweder fein, und dann gleichen sie länglichen Spalten, die mit dem längsten Durchmesser der Län-

genare des Haares parallel liegen, oder sie sind größer, und dann werden sie zu runden oder ovalen Löchern, welche auch nach transversaler und schiefer Richtung sich ausdehnen (Taf. I. Fig. 15). Häufig geht an der einen oder anderen Spitze einer ovalen Oeffnung eine schmale Spalte oder auch nur ein Strich eine Strecke weit fort, welches andeutet, daß die Oeffnung in dieser Richtung sich erweitern werde. Werden diese Oeffnungen größer und erhalten sie das Uebergewicht, so glaubt man ein Gewebe von platten Längsfasern vor sich zu haben, die überall durch Anastomosen ohne Unterbrechung zusammenhängen.

Häufig bleibt auch die ganze Schicht der Schüppchen, die das reife Haar äußerlich umgiebt und die Querstreifen bildet, auf der inneren Schicht der Wurzelscheide liegen, während sie sonst in der Regel beim Ausreißen dem Haarschafte folgt, und dann sieht die Wurzelscheide, von innen betrachtet, fast genau so aus, wie die äußere Oberfläche des Haares, nur daß sie hell und weich ist.

Oft hat die Wurzel, mag man sie an ausgerissenen oder mit ihrem Balge präparirten Haaren untersuchen, eine von der bisher beschriebenen ganz abweichende Gestalt. Statt des weichen, zelligen Haarknopfes findet sich eine unbedeutende kolbige Anschwellung, Haarkolben, welche, wie die Substanz des Haarschaftes, fest und faserig, nur heller ist. Von der äußeren Oberfläche desselben ragen nach unten und den Seiten kurze und unregelmäßige Fortsätze, wahrscheinlich die ausgezackten unteren Ränder der äußersten Schichten der Rindensubstanz. Sie sehen wie Fasern aus, mittelst deren das Haar und die innere Wand des Balges zusammenzuhängen scheinen. Diese Art von Wurzeln findet sich an den spontan ausgefallenen Haaren, und deshalb ist es wahrscheinlich, daß sie einer späteren Entwickelungsstufe des Haares angehört oder vielmehr das Ende seiner Entwickelung bezeichnet. Wenn der Zusammenhang mit dem Balge aufgehoben ist, und dies ist bei den kolbigen Haarwurzeln der Fall, so wächst das Haar nicht weiter; vielleicht auch ernährt es sich nicht mehr und fällt aus.

Die Substanz des Haares ist bei einer bedeutenden Härte und Festigkeit doch biegsam und elastisch, daher es seine natürliche Richtung immer wieder anzunehmen strebt. Es läßt sich fast um $1/3$ seiner Länge ausdehnen, ohne zu zerreißen, und zieht sich nachher wieder zusammen, so daß es bei einer Ausdehnung um $1/5$ nur $1/17$, bei einer Ausdehnung um $1/4$ nur $1/10$, bei der stärksten Ausdehnung

nur ⅙ länger blieb, als es vor der Ausdehnung war[1]. Ein menschliches Haar trägt nach Withof[2] etwa 2 Unzen. Die Haare können, wenn sie trocken sind, durch Reiben elektrisch werden, sich ausbreiten und unter Knistern elektrische Funken sprühen. Von den Katzenhaaren ist dies bekannt genug; Fälle von elektrischem Leuchten der menschlichen Haare sind bei Eble gesammelt (Von d. Haaren. II, 4). Die Collectorplatte eines gewöhnlichen Condensators bewirkt, einmal leise über die Kopfhaare geführt, an dem Bohnenberger'schen Elektrometer schon ein merkliches Auseinanderweichen der Goldplättchen[3]. Die Haare ziehen Feuchtigkeit aus der Luft und, so lange sie mit der Haut in Verbindung sind, aus dem Körper an sich und werden dadurch länger, darauf gründet sich ihre Anwendung zu Hygrometern. Ein durch Kochen in Natronlösung von seinem Fett befreites Haar dehnt sich von der größten Trockenheit zur größten Feuchtigkeit um 0,024—0,025 seiner Länge aus[4]. Von dem hygroskopischen Zustande des Haares hängt die Weichheit und der Glanz desselben ab, und da jener am lebenden Organismus wieder durch die Turgescenz der Haut bedingt ist, so läßt sich schon vom Ansehen der Haare ein Schluß auf den Grad der Thätigkeit der Haut machen. Das Verhalten der Haare ist daher ein Hülfsmittel der Diagnose, sie sind weich und glänzend bei turgescirender, duftender Haut, trocken, spröde, struppig bei Collapsus der Körperoberfläche.

Es fehlt noch an einer Analyse der Haare mit Rücksicht auf die drei den Haarschaft constituirenden Substanzen. Nach den bisherigen Untersuchungen zeigt sich das Haar als eine Verbindung von Fett und Hornsubstanz, von welchen Stoffen vielleicht der erste dem Marke, der letztere der Rinde und dem äußeren Ueberzuge angehört. Das Fett kann durch Kochen in Alkohol ausgezogen werden. Es ist gewöhnlich sauer und enthält Margarin- und Oelsäure; es ist blutroth von rothen, graugrün von dunkeln Haaren. Auch bei gelinder Wärme in Salpetersäure oder im Papinianischen Topfe aufgelöst, hinterlassen schwarze Haare ein dunkles, rothe ein röthliches Oel. In weißen Haaren soll dies Oel fehlen. Nach Jahn[5] wird

1 E. H. Weber in Meck. Arch. 1827. S. 224.

2 Eble, Von den Haaren. II, 50.

3 Müller, Phys. I, 383.

4 *Saussure, Ann. de Chim. LIV, 157.*

5 Der Haararzt. I, 49.

aus weißen Haaren ein farbloses Oel ausgezogen, dessen Gegenwart schon durch die mikroskopische Untersuchung sehr wahrscheinlich gemacht wird. Nach der Extraction des Fettes durch Alkohol ist das dunkle Haar graugelb und verhält sich, abgesehen von anhängenden Niederschlägen der Hautsecretion, wie Horn. Es fault nicht und ist in kaltem und heißem Wasser unlöslich, im Papinianischen Topfe gekocht löst es sich (bis auf das Oel) unter Schwefelwasserstoffentwickelung; beim Abdampfen bleibt eine klebrige, in Wasser wieder lösliche Substanz zurück, welche nicht gelatinirt und aus der wässerigen Lösung durch concentrirte Säuren, durch Chlor, Bleiessig und Gerbestoff gefällt wird. Von concentrirten Säuren, namentlich Salpetersäure, wird das Haar aufgelöst. Die gefärbten Oele scheiden sich ab, gestehen in der Kälte und werden nach und nach blasser.

Chlor bleicht das Haar und verbindet sich damit zu einer klebrigen, durchsichtigen, bitter schmeckenden Masse, die sich theilweise sowohl in Wasser, als in Alkohol löst. Kaustisches Kali, selbst sehr verdünnt, löst die Haare vollkommen auf. Mit verschiedenen Metallsalzen färbt sich das Haar eben so, wie die Oberhaut. Mit salpetersaurem Silber schwärzt es sich durch Bildung von Schwefelsilber. Beim Erhitzen schmilzt es, riecht nach Horn, entzündet sich und verbrennt mit leuchtender, rußender Flamme, worauf es eine aufgeschwollene Kohle hinterläßt, bei der trockenen Destillation bleibt $1/4$ des Gewichts schwer verbrennlicher Kohle übrig und es entwickeln sich brenzliches Oel, ammoniakhaltiges Wasser und brennbare, Schwefelwasserstoff enthaltende Gase. Die Asche der Haare beträgt nach Vauquelin $1\frac{1}{2}$%, nach Achard $1/90$ ihres Gewichtes und enthält Eisenoxyd (mehr in dunkeln als in hellen Haaren), eine Spur von Manganoxyd und von Kieselerde und schwefelsauren, phosphorsauren und kohlensauren Kalk. Helle Haare sollen statt des Eisens phosphorsaure Magnesia enthalten. Phosphorsaure Magnesia und schwefelsaure Thonerde (?) fand Jahn[1] auch in weißen Haaren.

Mit Ausnahme der oberen Augenlider, der Lippen, der Hohlhand und Fußsohle, der Rückenfläche der letzten Finger- und Zehenphalangen, der inneren Fläche der Vorhaut und der Eichel ist nicht nur die ganze äußere Körperfläche mit Haaren bedeckt, sondern auch

1 Der Haararzt. I, 48.

der Anfang der Einstülpungen an der Nasenöffnung und dem äußeren Gehörgange. Am längsten sind die Kopfhaare, besonders bei Frauen, dann folgen die Barthaare. Mäßig lang, von 1—2″, sind die Haare in den Achselgruben und am Schamberge bei beiden Geschlechtern, zwischen Schamberg und Nabel, am Hodensacke und After beim Manne, an den Schamlippen beim Weibe. Aehnliche Haare kommen bei Männern häufig auf der Brust vor. ¼—½″ Länge haben die Augenbrauen, Augenwimpern und die Haare am Eingange der Nase. An allen übrigen Stellen des Körpers finden sich kürzere Haare, bei Frauen, Kindern und bei vielen Männern sind sie fein und farblos (Wollhaare, Lanugo), häufig jedoch sind sie bei Männern an verschiedenen Stellen, besonders an der Dorsalfläche der Extremitäten, auf den Schultern u. s. f. so lang und dunkel wie die Augenbrauen, und selbst länger. Am dicksten sind gewöhnlich die Scham- oder Barthaare, dann folgen die Achsel- und Nasenhaare, dann die Haare des Kopfes und zuletzt die der Augenbrauen und Wimpern. Von der Gedrängtheit der Haare geben Withof's Zählungen eine ungefähre Vorstellung. Auf ¼″ □ fand er bei einem mittelmäßig behaarten Manne auf dem Scheitel 293, am Kinn 39, an der Scham 34, am Vorderarme 23, auf dem äußeren Rande des Handrückens 19, auf der vorderen Seite des Schenkels 13 Haare. Auf einer gleich großen Hautfläche (von ¼″ □) zählte er 147 schwarze, 162 braune, 182 blonde Haare. Die Haarbälge, die man beim Fötus leicht beobachten kann, liegen selten einzeln, sondern theils paarweise, theils zu 3 und 3 geordnet, an einigen Stellen auch 4 und 5. Wahrscheinlich stehen auch die Haare in gleicher Anzahl aneinander [1].

Ueber die Racenverschiedenheiten in der Farbe der Haare und der Stärke des Haarwuchses s. Eble II, 86—95. Pathologisch kommen Haare von ungewöhnlicher Stärke auf der Körperoberfläche, z. B. auf Muttermälern vor, und an ungewöhnlichen Stellen, z. B. auf Schleimhäuten, auf der Conjunctiva, dem Darme, der Gallenblase und auch im Innern des Körpers, am häufigsten in den Eierstöcken, aber auch an anderen Stellen, eingeschlossen in Fett- und Balggeschwülsten, in welchen sie auf dieselbe Art wurzeln, wie in der äußeren Haut. Wenn sie frei liegen, so darf man wohl annehmen, daß sie ihre Bildungsstätte verlassen haben, gewissermaßen

[1] Eschricht in Müll. Arch. 1837. S. 43.

ausgefallen sind. Vgl. Meckel in dessen Archiv, I, 522 ff. Eble II, 398 ff.

Der Canal, in welchem der Haarschaft innerhalb der Cutis eingeschlossen ist, hat eine schiefe Richtung und deshalb steigt das hervorgetretene Haar nicht gerade auf (nur die Cilien machen eine Ausnahme), sondern neigt sich mehr oder weniger gegen die Hautoberfläche und in einer bestimmten Richtung. Diese läßt sich an Embryonen leicht, schon durch die Richtung der Haarbälge erkennen und ist von Osiander[1], genauer aber noch von Eschricht[2] untersucht worden. Die Haarbälge sind anfangs ziemlich regelmäßig in Linien geordnet, in denen sie dachziegelförmig aneinander liegen, so daß die Spitze eines Haarbalges den Grund des vorhergehenden fast zu berühren scheint. Diese Linien verlaufen nirgends ganz gerade, sondern immer mehr oder weniger gebogen, so daß sie zusammen betrachtet Figuren bilden, die man als Ströme, Wirbel, Kreuze bezeichnen kann. Die Wirbel sind Ausströmungspunkte, denen alle Haare ihre Wurzeln zukehren, z. B. am Scheitel; die Ströme, welche von solchen Punkten ausgehen, sind doppelte Reihen bogenförmiger und einander paralleler Linien, die mit dem einen Ende aneinander stoßen, sie sind bald convergirend, indem die Haare ihre Spitze der Vereinigungslinie zukehren, bald divergirend, wenn die Haare mit den Spitzen von der Vereinigungslinie abgewandt sind. Von den Vibrissae, so heißen die Haare am Eingange der Schleimhäute, stehen die tieferen nach innen, die äußeren nach außen gerichtet. An der Körperoberfläche sind im Allgemeinen die Haarspitzen den schärfer hervorragenden Theilen, Ulna, Tibia, Augenbrauen, Rückgrat zugekehrt, doch convergiren die Ströme auch gegen die Linea alba und die Halsbeuge.

Physiologie.

Das Haar entwickelt und ernährt sich nach demselben Princip, wie die Oberhaut. Die gefäßreichen Gewebe, in denen es wurzelt, setzen an ihrer Oberfläche die Stoffe ab, welche unter dem Einflusse der organisirenden Kraft des Individuums sich selbstständig weiter bilden. Auch das Haar wächst von der Matrix, d. h. vom

1 Commentat. societ. regiae scient. Gotting. Vol. IV. 1816 — 18. Gotting. 1820. p. 109.

2 Müller's Archiv. 1837. S. 37 ff. Taf. III — V.

Balge und der Pulpa aus, weil nur von dieser Seite her neue Substanz zugeführt wird. Die neu erzeugten Theile drängen die älteren vor sich her nach außen. Ein Verlust an dem äußeren Ende wird an den Haaren so wenig, wie an der Oberhaut, von den zunächst gelegenen ersetzt, sondern nur durch Nachwachsen von unten her ausgeglichen. Die Spitze der Haare, wenn sie abgeschnitten oder abgebrochen ist, erzeugt sich nicht wieder.

Der zuerst erzeugte Theil des Haares muß also die Spitze seyn, was auch die Erfahrung bestätigt, dann folgt der Schaft. Wie dieser gebildet werde, läßt sich zum Theil aus den anatomischen Untersuchungen schließen.

An der äußeren Oberfläche der Haarpulpa und in der Furche zwischen ihr und dem Grunde des gefäßreichen Haarbalges setzen sich, gleich einem Epithelium dieser Theile, Zellen an, welche durch neue immerfort ersetzt werden. Von diesen Zellen verwandeln sich die äußeren in die breiten Fasern der Rindensubstanz. Die Zellenkerne wachsen ebenfalls eine Zeitlang in die Länge, werden dabei dünner und scheinen später größtentheils zu verschwinden. Die inneren Zellen, welche über der Spitze der Pulpa sich befinden, bleiben viel weiter hinauf in ihrem primitiven Zustande, fließen später durch Resorption der Scheidewände zusammen, während sich in ihnen und um die Kerne stellenweise Conglomerate von Pigmentkörnchen bilden. Aus ihnen wird die Marksubstanz. Wie die äußerste, aus Schüppchen bestehende Lage (Epidermisüberzug des Haares nach Meyer) gebildet werde, ist noch nicht klar. Entweder wächst sie ebenfalls von unten nach oben, so daß die äußerste Zellenlage des Haarknopfes in die Schuppen übergeht, oder sie wird von den Wänden des Haarbalges aus um den heraufwachsenden Schaft herumgelegt, und dann müßten die Zellen der äußeren Schicht der Haarscheide von außen nach innen, gegen die Axe des Haarbalges fortschreitend, sich in Schuppen umwandeln, wie bei der Epidermis. Ich würde das Letztere für wahrscheinlicher halten, besonders deswegen, weil die Schuppenlage oft auf der Wurzelscheide liegen bleibt und somit dieser zu Zeiten fester zu adhäriren scheint, als dem Haarschafte, wenn nicht die durchbrochene Membran (Fig. 14. d) zwischen jenen Zellen und den Schüppchen läge.

Die Erzeugung von Zellen an der Oberfläche des Haarbalges und der Pulpa und ihre Umwandlung in Fasern dauert eine Zeit lang in gleicher Weise fort und so lange wächst das Haar. Diese

Zeit und somit die Länge des Haares ist typisch, kann aber durch äußere Einflüsse verändert werden. Wenn man das Haar abschneidet, so wächst es immer wieder fort und erreicht demnach, alle abgeschnittenen Stückchen zusammengerechnet, eine Länge, die das gewöhnliche Maaß weit überschreiten würde. Ueber die verschiedene Schnelligkeit des Wachsens der Haare s. Eble II, 123. Hat das Haar die Grenze seiner Entwickelung erreicht, so schnürt es sich nach unten, gegen die Pulpa ab und bildet den Kolben, welcher vielleicht die vertrocknete Pulpa selbst einschließt. Ob es in diesem Zustande beharren könne oder ob derselbe ein Absterben oder Ausfallen der Haare bedinge, ist unbekannt. Eben so wenig läßt sich entscheiden, ob der einmal gebildete Haarschaft zu seinem Bestehen noch einer Wechselwirkung mit dem Organismus bedürfe. Daß er nicht eine völlig abgestorbene Masse sey, wird schon durch das Ergrauen der Haare bewiesen und namentlich durch die nicht seltenen Fälle von raschem Ergrauen derselben [1]. Gegen Vauquelin's Annahme, daß die chemische Einwirkung irgend eines ausgedünsteten Stoffes daran schuld sey, spricht der Umstand, daß das Ergrauen in der Regel an der Spitze des Haares und nicht gleichzeitig an allen Haaren seinen Anfang nimmt. Indeß darf man nicht an einen färbenden Saft denken, welcher, durch die Zwiebel eingesogen, in den Haaren circulire; die Ursache der Färbung und Entfärbung der Haare kann nur in der Thätigkeit der Zellen liegen, welche die Marksubstanz zusammensetzen. Durch Congestion und Exsudation, sowie durch Zustände beschränkter Circulation in der Matrix stirbt das Haar ab, wie unter gleichen Umständen die Oberhaut, und fällt aus. Bei der Oberhaut war von einem atrophischen Zustande die Rede, wo sie, wegen unzureichender Ernährung von der Cutis aus, ihre typische Dicke nicht erreicht, und daher immer außen sich abschuppt und immer wieder nacherzeugt wird; etwas Aehnliches scheint bei den Haaren vorzukommen, indem die feinen Körperhaare, wie E. H. Weber beobachtete [2], zuweilen an der Spitze sich entfärben und verdünnen und dann unter derselben abbrechen.

Die erste Spur der Haare erscheint nach Valentin [3] gegen das Ende des dritten oder den Anfang und die Mitte des vierten

1 Eble II, 315.

2 Meckel's Archiv. 1827. S. 222.

3 Entwickelungsgesch. S. 275.

Monates. Es sind anfangs runde, schwarze Flecken, welche sich gegen Ende des fünften Monates zu pyramidalischen oder konischen Formen umändern. Sie liegen noch durchaus unter der Epidermis und zwar schief von unten nach oben gerichtet. Durch Druck kann man die Pigmenttheile (den Haarknopf?) auseinanderdrängen und es erscheint in der Mitte der Schaft von etwa 0,0004″ Durchmesser. Am Ende des fünften Monates brechen die Haare hervor. Um diese Zeit fand Valentin dieselben an allen Körpertheilen gleichmäßig entwickelt. Nach Eschricht[1] brechen zuerst die Haare an den Augenbrauen und um den Mund hervor und sind in der Mitte des fünften Monates länger als die übrigen. Erst am Ende des sechsten Monates sey der ganze Körper mit den Haaren besetzt, die man wegen ihrer Feinheit und Weichheit Wollhaare nennt. Sie werden in den folgenden Monaten wieder abgeworfen, mit dem Fruchtwasser zum Theil verschluckt und mit dem Mekonium ausgeleert. Nach der Geburt fallen nicht nur die Wollhaare des Körpers, sondern oft auch die Kopfhaare aus und neue treten an die Stelle. Vielleicht findet während des ganzen Lebens eine allmählige Regeneration der Haare statt, die nur zu gewissen Perioden merklicher ist; wenigstens fallen an vielen Körpertheilen fortwährend einzelne Haare aus und immer sieht man an den behaarten Theilen des Körpers kürzere und längere Haare gemischt und neue Haare unter der Oberhaut liegen, ohne daß doch die Behaarung von einem bestimmten Alter an merklich zunähme. Durch Betrachtung dieser am Erwachsenen nachwachsenden Haare wird es auch wahrscheinlich, daß sich die Haare in geschlossenen Säcken bilden; denn vor dem Ausbruche sind sie unter einer Oberhautschicht spiralförmig zusammengewunden und schnellen erst plötzlich hervor, wenn die Oberhautdecke abgekratzt und wohl auch, wenn sie durch die normale Abschuppung entfernt wird. Jedoch scheint dem Haarbalge eine Einstülpung der Haut entgegenzuwachsen, denn eine solche sieht man an Embryonen, noch ehe die Spitze des Haares die Oberhaut erreicht hat[2].

[1] Müll. Arch. 1837. S. 40.

[2] Heusinger (Meck. Arch. VIII, 44) sagt, daß die ersten Haarkeime unter der Haut im Rete Malpighii entstehen und ihre Wurzeln sich erst später in das mit Fett gefüllte Unterhautzellgewebe senken. Dies kann wohl geschehen, indem sich erst später die homogene Masse in Cutis und Fettgewebe sondert, darf aber in keinem Falle so verstanden werden, als ob zuerst der Schaft und erst dann die Wurzel sich bilde.

Die Veränderungen, welche zur Zeit der Pubertät in dem Haarsysteme eintreten, sind allgemein bekannt. Im hohen Alter, oft auch früher, werden die Haare nach und nach weiß und fallen in der Regel zuletzt aus. Die Bälge sollen aber nach E. H. Weber [1] zurückbleiben.

Ob die Haare, mit der sogenannten Wurzel entfernt, wobei aber Balg und Pulpa zurückbleiben, sich regeneriren, ist bei dem Menschen nicht leicht auszumitteln; Haare, welche nach dem Ausreißen an manchen Stellen immer wieder nachwachsen (z. B. die Haare am Eingange der Nase), könnten auch in neuen Bälgen gebildet seyn. Bei den großen Spürhaaren der Hunde ist die Regeneration von Heusinger beobachtet worden [2]. Innerhalb des Haarbalges findet sich nämlich hier zunächst eine dünne, röthliche oder hellrothe Flüssigkeit und weiter nach innen eine zähe röthliche und fleischige Substanz, welche fast mit dem Haare und dem Boden des Balges, aber nur hier und da mit den Seiten desselben verwachsen ist; durch die Mitte dieser Substanz geht das Haar. Nach dem Ausreißen desselben wird die fleischige Substanz (Wurzelscheide?) erst angeschwollen und blutreich; am dritten Tage ist sie wieder im gewöhnlichen Zustande; in ihrer Mitte liegt eine schwärzliche, bröckliche Masse, die vom Boden des Balges an in die Höhe reicht; 5 Tage nach dem Ausrupfen war schon ein 2 Mm. langes Haar gebildet.

Bei dem normalen Wechseln der Haare sah Heusinger in demselben Balge neben der einschrumpfenden alten Zwiebel eine neue entstehen, als schwarzes Kügelchen, welches bald darauf nach oben eine kleine Hervorragung zeigte, die sich in den Haarcylinder verwandelte. Das neue Haar wächst dicht auf dem alten liegend und kommt auch dicht neben demselben auf der Haut zum Vorschein. Wenn die Haarbälge selbst zerstört sind, so scheint keine Regeneration stattzufinden, wie man an Narben nach bedeutendem Substanzverluste der Cutis sieht.

Ausgezogene Haare lassen sich, wie aus den Versuchen von Dieffenbach [3] und Wiesemann [4] hervorgeht, auf andere Haut-

[1] Hildebr. Anat. I, 196.

[2] Meckel's Archiv. 1822. S. 557.

[3] Nonn. de regeneratione et transplantatione. Herbip. 1822.

[4] De coalitu partium. Lips. 1824. 4. p. 33.

stellen verpflanzen und wachsen daselbst fest; ob sie sich indeß mit den benachbarten Theilen organisch verbinden, ist noch nicht ermittelt.

Wir haben keine Kenntniß weder von den Ursachen, die das Wachsen der Haare bedingen, noch von der Function derselben. Man kann in letzterer Beziehung nur behaupten, daß sie vermöge ihres geringen Wärmeleitungsvermögens den Körper gegen die Einflüsse der Temperatur schützen. Die Beziehung, in welcher das Hervorbrechen der Haare an gewissen Körperstellen zur Entwickelung der geschlechtlichen Functionen steht, ist bekannt. Die Farbe der Haare steht in einer gewissen Beziehung zur Hautfarbe und zur Ausbildung des Pigmentes an anderen gefärbten Theilen, z. B. im Auge. Kakerlaken haben ganz hellgelbe oder weiße Haare.

Ueber die verschiedenen Formen der Haare bei den Thieren vgl. Heusinger, Histologie. S. 175. Eble, Von den Haaren. I, 63. Bei den Säugethieren sind sie zum Theil den menschlichen ähnlich, zum Theil unterscheiden sie sich nur durch ihre Stärke, wie die Spürhaare der reißenden und Nagethiere, die Mähnen und Schweifhaare der Pferde, die Borsten der Schweine u. s. f. An diesen Haaren wurde auch die Structur vorzugsweise studirt. Hier läßt sich die Pulpa mit ihren Gefäßen leicht in die Höhle der Wurzel hinein verfolgen und auch die Nerven derselben wurden von Eble (II, 19) bei der Katze, von Rapp (Verrichtungen d. fünften Nervenpaares. S. 13) bei Robben, Wallroß, Stachelschwein und vielen anderen Thieren, von Gerber (Allg. Anat. S. 79) beim Schweine dargestellt. Die Nerven der Spürhaare sind nach Rapp und Mayo (*Anat. comment. No. II. p. 31*) Aeste des N. trigeminus. In die Spürhaare bringt auch die Pulpa weiter hinauf, als in die feineren Körperhaare, so daß sie bluten, wenn sie au niveau der Haut abgeschnitten werden (Heusinger). Das Mark bildet in den Haaren mancher Thiere (Mäuse, Hamster), sehr zierliche Figuren, bandartige Querstreifen, ineinandergreifende Ringe u. dgl.; die übrige Substanz, welche auch die Zwischenräume des Markes ausfüllt, scheint ganz gleichartig, ohne Längen- und Querstreifung. Die Haare der Mäuse, Fledermäuse, Marder u. a. sind ästig oder knotig, die Spürhaare des See-

hundes platt und spiralförmig gedreht (Heusinger), die Wollhaare fein und wellenförmig, den menschlichen ähnlich. In den Stacheln der Igel und Stachelschweine wechselt Mark und Rinde auf eine complicirte Weise mit einander ab. Die Rinde dringt von außen in einzelnen Längsstreifen zwischen Lagen des Markes ein, so daß der Querdurchschnitt einen Stern oder eine strahlenförmige Figur bildet. Vielleicht beruht diese Form auf der Anwesenheit unvollkommener longitudinaler Septa im Haarbalge. Bei dem Stachelschweine gehen vom Gipfel der Pulpa anfangs viele, parallel verlaufende und in sehr spitzen Winkeln sich theilende Gefäße in die Marksubstanz, welche auch im erwachsenen Stachel noch als zarte, weiße Fäden übrig bleiben (Boekh, De spinis hystricum. Berol. 1834). Bei den Vögeln wird die Stelle der Haare durch die Federn vertreten, über deren Bildung außer den angeführten Werken auch Schwann's mikroskopische Untersuchungen (S. 93 ff.) nachzusehen sind. Ich erwähne hier nur, daß nach Schwann die Fasern, welche die Rinde des Schaftes zusammensetzen, so entstehen sollen, daß jede der großen, platten Epitheliumzellen der Rinde sich in mehrere Fasern spaltet. Die Zellen seyen anfangs platte Tafeln, welche einen glatten Rand haben, ein wenig körnig aussehen und einen sehr deutlichen Kern enthalten. Allmählig kommen an ihren Rändern und auf ihrer Fläche undeutliche Fasern zum Vorschein, die an den Rändern isolirt hervorstehen, in der Fläche der Tafeln aber durch die Substanz der Tafel mit einander verbunden seyen. Die Fasern sind noch blaß, der Kern der Tafel noch vollständig sichtbar. Später werden die Fasern schärfer und dunkel begrenzt, ragen an den Rändern mit größeren, isolirten Stücken hervor; der sie untereinander verbindende Theil der Tafel wird undeutlicher und der Kern fängt an zu verschwinden. Endlich verschwindet alle Spur der ursprünglichen Zelle; von einem Kerne ist nichts mehr zu sehen, sondern nur dunkle, straffe, dünne Fasern, die zwar innig zusammenhängen, aber sich doch auf einer Strecke so lang wie die ursprüngliche Tafel isolirt erkennen lassen. Die Pulpa der Feder wird, wenn das Wachsthum derselben vollendet ist, in den Kiel eingeschlossen, vertrocknet und bleibt als Seele der Feder übrig.

Bei den Insecten und Anneliden, auch bei anderen nie-

deren Thieren kommen haarförmige Gebilde vor, welche ästig, im Innern aber viel einfacher, vielleicht nur Auswüchse einzelner Zellen sind und daher mit den Haaren der höheren Thiere nur der äußeren Form nach zusammengestellt werden können.

Jedem, der ein Vergrößerungsglas besitzt, bieten sich zunächst die Haare als leicht erschwingliches, immer zugängliches und reinliches Object der Beobachtung dar, und vielleicht ist kein Gegenstand so vielfach und so genau untersucht worden, ohne daß jedoch diese Untersuchungen auf die physiologische Bearbeitung rechten Einfluß gewonnen hätten. Richtiger ist es, wenn Malpighi das Haar einer mittelst ihrer Zwiebel in der Haut wurzelnden Pflanze vergleicht, als wenn man es wie einen durch die Gefäße einer lebenden Matrix ab- und ausgeschiedenen, todten Hornstoff betrachtet.

Hooc (Micrographia. 1667. Obs. 32. Tab. V. Fig. 2) beschrieb zuerst die Haare als cylindrische oder fast cylindrische Fäden, die an der Spitze der Länge nach zersplittern können; beim Menschen erschienen sie ihm ganz solid, bei Pferden und Katzen nahm er einen mittleren Canal wahr.

Leeuwenhoek (Opp. IV. 46 sq.) hat die faserige Structur der Rinde an Längsschnitten von Bären- und an menschlichen Haaren wohl gesehen, und aus dem faserigen Bruche der Haare erschlossen; er meint, daß jedes Haar aus einer Menge der feinsten Haare zusammengesetzt sey; im Innern komme bei schwarzen sowohl als weißen Haaren ein dunkler Streif oder eine Reihe dunkler Flecken vor, welche fast die halbe Breite des Haares einnehmen können. Er denkt sich das Haar anfangs mit einer flüssigen Substanz erfüllt, welche an einzelnen Stellen verdunste und helle, mit Luft erfüllte Bläschen zurücklasse, an anderen Stellen aber die dunkeln Streifen bilde. Gegen die Annahme einer Marksubstanz erklärt er sich hier und an einer anderen Stelle, nach Untersuchung der Schweinsborsten (T. I. P. 2. p. 32), da der centrale Canal nicht beständig und nur zufällig durch Verdunstung entstanden sey. Unter der Rinde, womit die Haare gleich den Bäumen überzogen seyen, ist eine äußere, nicht darstellbare Lamelle verstanden. Die ästige Form der Mäusehaare, die zellige der Rehhaare beschreibt Leeuwenhoek genau und bildet die mannichfachen Formen ab, welche die Haare dadurch erhalten, daß die aus der Cutis abgesonderte Materie (Epidermisplättchen) an ihrem Schafte hängen bleibt (III, 383). Daß die Haare durch Ansatz von unten wachsen, hat er sowohl, wie Malpighi, ja schon Aristoteles ausgesprochen.

Die ersten genaueren Untersuchungen über die Art, wie die Haare sich bilden, verdanken wir Malpighi (Opp. posth. 1667. Vita. p. 93). Im Innern des Balges an Lippenhaaren von Pferden, Eseln, Ochsen unterscheidet er den Bulbus, zwischen beiden ist Blut ergossen, welches beim Anstechen hervorspritzt. Beim Ochsen gehen Querbänder von dem Bulbus zur inneren Wand des Haarsackes. Die Zwiebel (Wurzelscheide) ist durchsichtig und läßt das rundliche Capitulum pili (den Haarknopf) durchscheinen. In dem Haarschafte der Mähnen und des Schweifes vom Pferde unterschied er, auch auf

Querschnitten, die helle Rinden- und die dunkle Marksubstanz. Ein dunkler Streif im Centrum sey auch an menschlichen Haaren wahrzunehmen, am deutlichsten aber der Unterschied beider Substanzen beim Igel. Die Rinde bestehe, beim Schweine, aus aneinanderliegenden, durch eine klebende Substanz verbundenen Canälchen, in welchen sogar transversale Klappen angenommen werden. Die Farbe rühre vom Safte in diesen Canälchen her, auch die Kräuselung, wenn die Röhren einer Seite voll, die der anderen leer seyen.

Ludwig (Grützmacher, de humore cutem inungente. 1748. Hall. Disp. anat. VII. 2. 46) giebt eine Darstellung der Wurzeln der menschlichen Kopfhaare, ohne sich entscheiden zu wollen, ob eine Einsenkung der Haut dieselben überziehe oder nicht. An der Wurzel sah er einige Querstreifen, gleich den Knoten an Gräsern, die er später nicht wiederfinden konnte. Ziemlich richtige Abbildungen von Menschenhaaren finden sich bei Ledermüller (Mikroskop Ergötz. 1763. Tab. V.). Man sieht die bald continuirliche, bald unterbrochene Marksubstanz, die Querstreifen der Rinde, die am Haarkolben (der hier Bulbus genannt wird) vorragenden Streifen, doch wird die Marksubstanz für einen braunen, aufsteigenden Saft gehalten. Fontana (Viperngift. 1784. S. 400) schildert das Mark aus menschlichen Haaren. Seine geschlängelten Cylinder an der Oberfläche der Haare sind nicht identisch mit den wellenförmigen Querstreifen. Rudolphi (De pilor. structura. 1806) beschreibt den Haarbalg vom Seehunde: die Kapsel werde auch Zwiebel genannt, das Haar liege lose in derselben, sey unten in einer kurzen Strecke hohl, übrigens eine ganz solide Hornmasse. In den Borsten nahm Cuvier (Vglb. Anat. II, 1809. S. 582) zwei Canäle an, die eine Flüssigkeit, Mark, enthalten sollten.

Gaultier (*Rech. anat. sur le syst. cutané. 1811. p. 24)* unterschied an der Wurzel oder Zwiebel der Spürhaare von Säugethieren die äußere Kapsel, die innere, aus concentrischen Lagen gebildete häutige Scheide und den röthlichen konischen Körper (pulpa), welcher ins Innere des Haares dringt. Dieser scheine mit der Scheide am Grunde der Kapsel zusammenzuhängen. Den Canal des Haares, in welchem die Pulpa liegt, hat er bei Katzen, Hunden, Ochsen mit Quecksilber injicirt. Die Gefäße des Haarbalges sollen von dessen Halse aus, also von der Cutis her, herabsteigen und sich zwischen Kapsel und Scheide verästeln. Dasselbe will der Verf. an den Bälgen der Barthaare beim Menschen wahrgenommen haben.

Meckel (Anat. I. 1815. S. 596) beschreibt die Rinde weißlich, gleich der Oberhaut, an der Zwiebel aus mehreren Blättern gebildet, das Mark aus ungefähr 10 Fasern, wahrscheinlich Gefäßen, und dazwischen ergossener Flüssigkeit, entsprechend dem Schleimnetz.

Für eine transparente Röhre, welche im Innern den Farbestoff enthalte, nimmt auch Dutrochet das Haar *(Journ. complém. T. V. 1819. p. 368).*

In den mehrfach erwähnten Aufsätzen (Meckel's Archiv. 1822. S. 403. 555) und im System der Histologie giebt Heusinger schätzbare Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Haare. Weniger glücklich ist er in den Angaben über die Structur derselben. Er spricht von offenen Mündungen an gewissen Thierhaaren, z. B. an den Rückenborsten des

Schweines, durch solche soll Pigment ausgesondert werden, und Heusinger erklärt daher das Abfärben, welches auch bei menschlichen Haaren vorkommen soll (Meck. Arch. S. 414). Balg, Scheide und Pulpa beschreibt er wie Malpighi, die Flüssigkeit zwischen Balg und Scheide sehe man bei der Fledermaus mittelst des Mikroskopes sich bewegen. Rinden- und Marksubstanz seyen im Menschenhaar schwer zu unterscheiden, der ganze Haarschaft mit einem pflanzenähnlichen Zellgewebe bis ganz in die Nähe des äußersten Randes erfüllt, was noch deutlicher an Rehhaaren zu beobachten sey (Histol. 155.) Aus den Abbildungen, Taf. I. Fig. 14. 23—26, wird es deutlich, daß Heusinger die Querstreifen des menschlichen Haares, welche ziemlich treu wiedergegeben sind, für die Umrisse von Zellen angesehen hat.

Hinsichtlich der Structur der Menschenhaare stimmt M. J. Weber (Allg. Anat. 1826. S. 97) mit Heusinger überein, tadelt ihn aber, daß er an den Borsten die Fasern übersehen habe, welche außen gedrängt, nach innen lose liegen. Die Pigmente seyen theils mit der Hornmasse innig verbunden, theils in den Zellen enthalten.

In Delle Chiaje's Abbildung des Haares (*Epid. umana. 1827 p. 46. fig. I. 3*) finde ich das körnige Ansehen des Haarknopfes richtig angegeben, irrigerweise sind die Körnchen auch über den Haarschaft fortgesetzt. Wie bei der Oberhaut, so deutet er auch hier die Körnchen, womit die Wurzel und der centrale Canal des Haares angefüllt seyen, als Blutkörperchen.

Auf die geschlängelten Querstreifen des Haares wurde zuerst von E. H. Weber (Meckel's Archiv. 1827. S. 210. Hildebr. Anat. I. 196) Gewicht gelegt und Heusinger's Irrthum in Betreff derselben berichtigt. Den von Vielen angenommenen centralen Canal verwirft Weber mit Recht, den Unterschied von Rinden- und Marksubstanz giebt er zwar bei Thierhaaren zu, hält ihn aber bei menschlichen Haaren für Resultat einer optischen Täuschung; doch sah er ausnahmsweise auch auf dem Querschnitte menschlicher Barthaare einen helleren centralen Fleck. Mit Leeuwenhoek vermuthet er, daß die Haare aus der Länge nach liegenden Fasern bestehen. Im Innern des Balges starker Barthaare sey zuweilen eine röthliche Flüssigkeit, im Balge der Cilien schwarzer Farbestoff enthalten.

1831 erschien Eble's Monographie (Die Lehre von den Haaren), in welcher nicht nur Alles, was auf die Haare Bezug hat, mit großer Vollständigkeit zusammengetragen, sondern auch nach eigenen Untersuchungen die Organisation derselben vollständiger, als vorher, angegeben ist. Die Querfäden zwischen der durchsichtigen, sulzartigen und verschiedentlich roth gefärbten Masse um die Wurzel der größeren Thierhaare (Wurzelscheide) und der inneren Oberfläche des Haarbalges hält er für Gefäße, aus denen beim Anschneiden ein dünnflüssiges Blut sich ergieße. Er hat bei der Katze sowohl diese Substanz, als die Pulpa injicirt. Die blutige Flüssigkeit, welche nach der Ansicht früherer Beobachter frei in dem angegebenen Zwischenraume sich befinde, komme allein aus den durchschnittenen Gefäßen, welche von der inneren Wand des Balges zum konischen Körper gehen (I, 65). Dieser sey innerlich von einer feinen, glatten Haut überzogen, die den Haarschaft unmittelbar umgiebt. Wahrschein-

lich entstehe das Haar aus diesem Körper, der selbst wieder von der inneren Haut des Balges secernirt werde (und doch Gefäße von ihr erhält?). Hier wird unter Wurzel oder Zwiebel der Haarknopf verstanden. Eble's Beschreibung der Borsten stimmt mit der von Malpighi überein; es soll aber der Markcanal nach oben sich in ebenso viele Aeste theilen, als die Borste einzelne Spitzen hat (I, 169). An den Menschenhaaren fand er den Balg an der Außenseite glatt und glänzend, das Daseyn eines fleischigen Körpers (Haarscheide) vermuthet er, konnte ihn aber nicht nachweisen, da er die Wurzelscheide mit dem Haare auszieht und als Rindensubstanz der Haarwurzel betrachtet. Er sah keine Flüssigkeit zwischen der Kapsel und Zwiebel (Haarscheide). Die Gefäße des Haarbalges kommen nach Eble (in Widerspruch mit Gaultier) vom Grunde des Haarbalges und steigen an demselben aufwärts. Die Rinden- und Marksubstanz unterscheidet er mit Bestimmtheit; die erstere gleiche der Epidermis, sie fehle keinem Thierhaare und sey auch in den Rehhaaren, nur so dünn, daß sie die zellige Marksubstanz durchscheinen lasse (II, 22). Unrichtig behauptet er, daß sie im Menschen überall farblos sey; die zuweilen anhängenden und sich hier und da ablösenden Schuppen der Epidermis verführten ihn zu der Annahme, daß die Rindensubstanz, wie die Oberhaut, durchaus von Schüppchen gebildet werde, die sich von Zeit zu Zeit ablösen, weshalb das Haar sich, von oben nach unten gestrichen, rauh anfühle. Die Marksubstanz bestehe aus Längsstreifen, die anfangs mehrfach, bald in einen einzigen zusammenfließen und durch Querlamellen treppenartig abgetheilt seyen; in den Zwischenräumen derselben liege wahrscheinlich eine halbflüssige Substanz.

Die wellenförmigen Querstreifen auf der Oberfläche des Haares beschrieb Krause (Anat. 1833. I. 80) genauer; der Cylinder, aus gleichartiger dichter Hornsubstanz, enthalte zwar keinen Canal, aber einzelne, kleine, rundlich eckige und nicht zusammenhängende Zellen von $^1/_{650}$ — $^1/_{1600}$''' Durchm. Die Epidermis dringe in den Haarbalg ein, lockere sich in ihm auf, werde dicker und weicher, bekleide die Haarwurzel ringsum genau und verschmelze ohne deutliche Grenze mit dem Umfange der Haarzwiebel.

Gurlt (Müll. Archiv. 1835. S. 412. Taf. IX, X) hat schätzbare Abbildungen der Haarbälge gegeben, ohne auf deren Structur näher einzugehen. In einem späteren Aufsatze (Ebend. 1836. S. 272) unterscheidet er an den Spürhaaren der Thiere einen äußeren und inneren Haarbalg, von denen der erste fibrös und fest, eine Fortsetzung der Haut, der innere eine Einstülpung der Oberhaut sey, die sich am Grunde wieder zur Pulpa einstülpe. An allen feineren Haaren soll der äußere Balg fehlen. Zwischen dem äußeren und inneren Balge, welche beide durch Fädchen verbunden seyen, befinde sich Blut. Gurlt's äußerer Balg entspricht dem einzigen Haarbalge der früheren Schriftsteller und auch dem einfachen Haarbalge des Menschen; sein innerer Balg ist die Wurzelscheide; wo er nur Einen Balg fand, fehlte nicht der äußere, sondern der innere. Daß bei den Thieren, an welchen er diesen inneren Balg unterscheidet, von ihm die Pulpa ausgehe, beruht auf einer Täuschung. Gurlt machte zuerst auf die doppelte Gestalt der Wurzel aufmerksam, je nachdem das Haar in der Bildung begriffen, oder völlig entwickelt ist; im ersten Falle gehe

eine körnige Masse vom Haarbalge in das Rudiment des Haares, im zweiten gingen Fäden, gleich Wurzelzasern, von der Haarzwiebel zum Haarbalge. An dem unvollendeten Haare sey die Zwiebel nicht länglich, wie sie später erscheint, sondern unten ausgeschnitten, verkehrt herzförmig. Der Schaft habe eine faserige Rindensubstanz und zellige Marksubstanz, aus deutlichen in die Quere liegenden Zellen gebildet; auch beim Menschenhaare sey an Querabschnitten der mittlere Raum immer von der Rinde unterschieden. An Haaren vom Handrücken eines neugeborenen Kindes sah Gurlt das Mark durch dunkle Querstreifen in gleich große Zellen getheilt, einer gegliederten Conferve ähnlich. (Ob wohl die äußeren Querstreifen gemeint sind?)

Berres' Abbildungen der Haare (Mikroskop. Anat. 1836. Taf. VII. Fig. 5—8) sind unter den bis jetzt bekannt gewordenen die genauesten, abgesehen von der Marksubstanz, welche zu sehr das Ansehen eines Canals hat und auch von Berres dafür genommen wird. An den meisten Haaren ist die Längsstreifung, an dem längeren Haar in Fig. 7 u. 8 auch die Querstreifung naturgetreu wiedergegegeben. Die Zellenkerne des Haarknopfes sind in der ersten Zwiebel Fig. 6 zu sehen, auch die innere Schicht der Haarscheide als zusammenhängende, netzförmig durchbrochene Membran in Fig. 7 (der mittlere der drei Abschnitte). Zu allem dem heißt es im Text (S. 82), daß die Horngebilde aus kleinen verkümmerten und zusammengeschrumpften Bläschen von 1/40000 und zarten Röhrchen von 1/40000" bestehen.

Raspail (*Syst. de chim. org.* §. *1866. Pl. II. fig. 5*) und Arnold (Icon. anat. Fasc. II. 1839. T. IX. f. 21, 22) unterscheiden an den Menschenhaaren Mark- und Rindensubstanz, ohne indeß dieselben genauer zu charakterisiren. In der letzten Ausgabe von Rosenmüller's Anat. (1840. S. 104) giebt auch E. H. Weber die Existenz von Rinde und Mark an menschlichen Haaren zu. In Froriep's N. Notizen Nr. 294 (1840) theilte ich die Resultate meiner Untersuchungen mit, denen ich in Betreff der Rinden- und Marksubstanz nach häufig wiederholter Prüfung wenig hinzuzufügen fand.

Was die Deutung der Querstreifen betrifft, so ließ ich mich durch die Form derselben an dem unteren, frischen Theile des Schaftes verführen, sie für Ringfasern zu halten, die ich wegen ihrer Unlöslichkeit in Essigsäure und ihrer zahlreichen Anastomosen den elastischen Fasern verglich. Ich nahm an, daß durch Resorption die breiten Fasern des unteren Theiles in die schmalen des ausgebildeten Haarschaftes übergehen und daß die Ringfasern aus der Zellenschicht der Wurzelscheide so entstånden, daß diese sich erst in die zusammenhängende, durchbrochene Membran und dann durch fortschreitende Erweiterung der Oeffnungen in das Fasernetz verwandelten. Meyer's Berichtigung meines Irrthumes ist mir leider zu spät zugekommen, um noch eine Abbildung hinzufügen zu können, welche die Sache so darstellte, wie sie sich bei zweckmäßiger Behandlung des Objectes zeigt. Die Abbildungen Taf. I. Fig. 14 u. 16 kann ich auch jetzt nicht anders als naturgetreu finden und sie mögen dazu dienen, zu erläutern, was die Streifen scheinen, nicht was sie sind.

Vibber (Müll. Arch. 1840. S. 538) sah ebenfalls die mit einem Kern versehenen Zellen der Haarwurzel, deren Gefäße er auf 0,0043''' angiebt.

Weiter hinauf hält er aber die metamorphosirten Kerne (l, m der Abbildung Taf. I. Fig. 14) für die Zellen selbst, deren jede sich an beiden Enden in einen überaus feinen Faden fortsetzen und so mit der nächst oberen und nächst unteren verschmelzen soll. Die Zellen würden so zu Fasern verbunden, die von Stelle zu Stelle erweitert und dazwischen beträchtlich verengt seyen. Durch Maceration in Salzsäure löste Bidder auch den Haarschaft in Fasern auf, die an breiteren Stellen, den Resten ehemaliger Zellenkörper, nicht über 0,0004''' maßen. Wenn dies nicht zufällig zurückgebliebene Kernfasern waren, so müßte man aus dieser Beobachtung schließen, daß die Zellenfasern des Haares gleich manchen anderen in feinere Fibrillen zerfallen können. Wenn aber jede der feinsten Fibrillen, wie Bidder meint, aus aneinandergereihten Zellen entstehen soll, so müßte die Zahl der Zellen in der Dicke des Haarkeimes gleich seyn der Zahl der Fasern im Haar und der Haarkeim also mehr als 10 Mal so dick, als das entwickelte Haar. Diese Schwierigkeit, die eben entschieden gegen Bidder's Ansicht spricht, ist ihm selbst nicht entgangen. G. H. Meyer (Froriep's N. Notizen. Nr. 334) bemerkte, was mir früher entgangen war, die aus lauter kleinen Kreissegmenten mit nach außen gerichteter Convexität gebildete Grenzlinie der Marksubstanz. In derselben fand er vollkommene Pigmentzellen mit hellem Fleck und durchsichtiger, blasenartiger Wandung. Durch Anwendung der concentrirten Schwefelsäure gelangte er zu einer besseren Einsicht über die Natur der Querstreifen. Ich habe seine Beschreibung des äußeren Ueberzuges der Haare im Texte fast wörtlich aufgenommen, nachdem ich mich von ihrer vollkommenen Richtigkeit mittelst der von ihm angewandten Methode überzeugt habe. C. Mayer (Metamorphose der Monaden. 1840. S. 22) erklärt die Querstreifen des Haares für Risse der Rindensubstanz. Die Dicke der Fasern der Rindensubstanz giebt Krause (Anat. 2. Aufl. 1841. S. 137) zu 0,001''' an; bei sehr starken Vergrößerungen fand er an ihnen unendlich feine und dichte Querstreifen, die er für Furchen und Erhabenheiten hält, mit welchen sie zur festeren Verbindung in einander greifen. Die beiden Schichten der Wurzelscheide, die ich unterschieden habe, bezeichnet er als äußere und innere Wurzelscheide.

Nach dieser historischen Uebersicht erscheint es gewiß gerechtfertigt, wenn ich die Benennung Haarzwiebel als vieldeutig verwarf. Diesen Namen brauchen für Haarknopf oder Kolben Ludwig, Ledermüller, Delle Chiaje, Eble (für die Thierhaare) Krause, Gurlt und Zeis (Ammon's Ztschr. für Ophthalm. V, 232); für Haarknopf und Wurzelscheide Meckel, Heusinger, Jahn, Eble (beim Menschen); für Wurzelscheide allein Malpighi, welcher den Haarknopf als Capitulum pili davon sondert; für Haarknopf, Scheide und Balg Rudolphi und Gaultier, endlich für den Haarbalg allein Lauth (*Mém. s. div. points. p. 9*) und E. H. Weber.

Ich schließe mit einer Anmerkung über die vielbesprochene Frage, ob die Haare einen Ueberzug von der Oberhaut erhalten oder nicht. Ruysch (Thes. anat. V. N. II), Kaauw (Perspiratio 148), Haller (Elementa phys. V. 35) Withof und Delle Chiaje meinen, die Haare durchbohrten die Oberhaut nicht, sondern heben sie mit sich in die Höhe. Bichat sprach sich gegen

diese Ansicht aus, indem die Oberhaut sich vielmehr in den Haarbalg einstülpe und unter dem Haare weggehe. Damit stimmen Heusinger (Meck. Arch. VII. 556), E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 204), Eble (I, 68). Lauth hält sich in der Mitte zwischen beiden Ansichten, indem er lehrt, die Oberhaut steige in den Haarbalg hinab, und verschmelze an der Basis des Haares unzertrennlich mit demselben.

Bei dem jetzigen Standpunkte sind solche Controversen überhaupt von geringer Bedeutung. Die erste Ansicht ist jedenfalls ohne Grund, wenn auch die Epidermis anfangs über den Haarbalg weggeht und dann einzelne Schuppen derselben mit dem Haare in die Höhe gehoben werden. Wenn der Haarbalg nach außen offen steht, so ist allerdings die innerste Oberfläche des Haarbalges in Zusammenhang mit der Oberhaut und hängt unten mit der Außenfläche des Haares zusammen, so daß Lauth's Ansicht die richtige zu seyn scheint. Wenn meine Vermuthung sich bestätigt, daß fortwährend die ganze innere Wand des Haarbalges zur äußeren des Haarschaftes wird, so paßt dies zu keiner der drei vorgetragenen Ansichten.

Vom Gewebe der Hornhaut.

Die durchsichtige Membran, welche den vorderen, kleineren Kugelabschnitt des Augapfels bildet, besteht aus vier differenten Häuten, von denen die beiden ersten wieder in mehrere Lagen getrennt werden können.

Die erste Haut, von außen angefangen, ist das Epithelium, eine Fortsetzung der Oberhaut, welche die Conjunctiva des Bulbus überzieht. Die äußersten Zellen derselben sind platt, die inneren rundlich, und je weiter nach innen, um so kleiner; sie sind mit einer hellen Flüssigkeit gefüllt, werden bald nach dem Tode und durch Kochen weiß und bilden den schleimigen Ueberzug, der die Cornea todter Augen undurchsichtig macht und bald für das Bindehautblättchen der Hornhaut (Zinn), bald für eine Lamelle der Hornhaut selbst (Eble), meistens aber für durchgesickerten und durch Verdunstung eingedickten Humor aqueus gehalten worden ist.

Die zweite Haut ist die eigentlich sogenannte Hornhaut. Sie hängt sehr genau mit der Sklerotika zusammen und läßt sich auch nach Kochen und Maceration nur gewaltsam von derselben ablösen. Mit bloßem Auge erscheint indeß die Grenze beider Häute ziemlich scharf; entweder greifen sie mit schiefen Rändern in einer Art von Schuppennaht übereinander oder es wird die Cornea mit von beiden Flächen zugeschärftem Rande in einen Falz der Sklerotika auf-

genommen. Nach Valentin[1] biegen an der Einfügungsstelle sowohl die Fasern der Hornhaut, als der Sklerotika schlingenförmig um und die Schlingen der einen greifen wie Zähne in die Lücken zwischen den Schlingen der anderen ein. Die Hornhaut ist blätterig und läßt sich schon mit dem Messer oder durch Reißen, aber nicht durch Maceriren, in eine größere oder geringere Anzahl von Lamellen theilen. Jede dieser Lamellen besteht aber aus viel feineren, die nur durch die mikroskopische Untersuchung zur Anschauung gebracht werden können. Ein senkrecht oder etwas schief auf die Cornea geführter Schnitt zeigt sich, abgesehen von den sogleich zu erwähnenden dunkleren Streifen, sehr fein streifig (Taf. II. Fig. 1) und an der Grenze eines dünnen, horizontalen Schnittes, den man am frischen Auge auf der gespannten Hornhaut mittelst eines sehr scharfen Messers machen muß, kommen die Contouren der einzelnen Blätter, wenn man allmählig die Objectivlinse dem Objecte nähert, nacheinander als ziemlich parallele, aber unregelmäßige Linien zum Vorschein. Es ist nicht möglich, einzelne dieser dünnen Schichten in größeren Strecken zu isoliren; deshalb läßt sich auch nicht entscheiden, ob jede derselben ununterbrochen die ganze Ausdehnung der Cornea einnimmt oder ob sie sich untereinander verflechten. Valentin untersuchte perpendiculäre Schnitte von Hornhäuten, die in Holzessig erhärtet waren, und fand, daß die Blätterdurchschnitte sich fast immer zu länglichen, rhomboidalen, an beiden Enden zugespitzten Maschen vereinigen; in den Maschen liegen Fasern, welche die Richtung der ersteren rechtwinkelig oder fast rechtwinkelig kreuzen. Die Structur der Lamellen läßt sich an den Rändern abgeschnittener, besonders aber abgerissener Stückchen untersuchen. Sie scheinen sich nicht überall gleich zu verhalten. Zuweilen sieht man größere Fragmente, fein granulirt, ohne alle Spur von Faserung; zuweilen ragen längere oder kürzere, äußerst zarte und weiche, schwach körnige Fasern hervor, die ganz platt, und 0,002—0,003''' breit sind. Hier und da liegt auf solcher Faser ein dunkles, schmales, an beiden Enden zugespitztes Körperchen, gerade, halbmondförmig oder geschlängelt, den verlängerten Kernen der Längsfasern des Haares ähnlich (Fig. 1. c c), oder eine Reihe von Pünktchen (Fig. 1 b b), selten hängen zwei oder mehrere Kerne durch hellere Partien zusammen. An größeren Bruchstücken der Hornhaut liegen die ver-

1 Repert. 1836. S. 313.

längerten Kerne oft mit ziemlicher Regelmäßigkeit der Länge nach aneinander und die einzelnen Längsreihen in gleichen Abständen, von der Breite der Fasern, nebeneinander; doch kommen sie auch ganz ohne Ordnung und zerstreut vor. Am schönsten erscheinen sie auf verticalen Schnitten, die man an Stücken getrockneter Hornhaut machen kann. Jede Reihe von Kernen zeigt sich dann als ein dunkler, mitunter angeschwollener, mitunter unterbrochener Streifen. Die Streifen bilden ganz regelmäßige und einander parallele Linien, gerade oder wellenförmig. S. die Abbildung. Die genannten Fasern laufen nicht selten an den Enden in feinere, etwas rauhe Fibrillen aus; sie scheinen sich auch in der ganzen Länge in feinere Fibrillen theilen zu können, denn mitunter zeigt ein dünnes Stückchen der Hornhaut nur solche feine Streifen, die, wenn mehrere Schichten aufeinander liegen, einander unter rechten Winkeln schneiden.

Fassen wir dies Alles zusammen und vergleichen wir es mit denjenigen Geweben, deren feinere Structur unseren Hülfsmitteln zugänglicher ist, so möchten wir schließen, daß die Hornhaut aus Schichten gebildet wird, und jede Schicht aus platten Zellenfasern, welche unvollkommen entwickelte Kernfasern neben sich haben und dadurch von einander abgegrenzt werden. Die Zellenfasern können sich, gleich den Bündeln des Bindegewebes, in Fibrillen spalten. Die Fasern müssen einander in allen Richtungen durchkreuzen, da dasselbe Bild an jedem senkrechten Durchschnitte der Hornhaut erscheint. Immer sind die Grenzen der Fasern wenig scharf, granulirt, nur bei gedämpftem Lichte und hauptsächlich durch den Eindruck der Streifung, den sie in Masse gewähren, wahrnehmbar.

Durch Behandlung mit Essigsäure werden, wie in anderen Geweben, so auch in der Cornea die Kerne deutlicher. Die Substanz der Zellenfasern wird auf der Stelle durchsichtig. Die Essigsäure, womit sie digerirt worden, wird von Cyaneisenkalium gefällt. In kochendem Wasser quillt die Hornhaut auf, wird weiß, gallertartig und löst sich endlich. Die wässerige Lösung zeigt die Reactionen des Chondrins (Müller, Poggend. Ann. XXXVIII. 513).

Die dritte Schicht der Hornhaut bildet eine sehr feste knorpelartige Lamelle, die **Membrana Demoursii** oder **Descemetii** [1], die

[1] Von den verschiedenen Benennungen, welche diese Membran erhalten hat, sind dies die einzig richtigen. Wrisberg, nach welchem sie öfter genannt wird, spricht von einer sehr feinen Haut, welche von der Cornea auf die Iris

in allen Eigenschaften mit der vorderen Wand der Linsenkapsel vollkommen übereinkommt. Sie ist durchaus structurlos, glasartig durchsichtig und wird, wie Glas, nur durch die Schatten an den Rändern und an Stellen, wo sie umgebogen ist oder Falten wirft, erkennbar. Stellen, wo sie sich umbiegt, erscheinen wie von zwei dunkeln und geraden Linien eingefaßte gelbliche Streifen; an ihnen läßt sich die Dicke der Membran messen; die Breite der Streifen beträgt nämlich 0,007‴. Eben so dick erscheint die Demours'sche Haut, wenn man sie an einem verticalen Durchschnitte der Hornhaut, im Zusammenhang mit dieser, untersucht (Taf. II. Fig. 1. a). Ein solcher Durchschnitt ist sehr geeignet, die Verschiedenheit beider Membranen ins Licht zu setzen. Von der Hornhaut abgelöst, rollt sie sich ein, in Weingeist bleibt sie Jahre lang durchsichtig, in kochendem Wasser und Säuren verändert sie sich nicht. Sie läßt sich daher leicht darstellen, wenn man die Augenhäute in siedendes Wasser taucht, wodurch die eigentliche Cornea getrübt und die Verbindung derselben mit der glasartigen Haut lockerer wird. Die Demours'sche Haut geht nicht auf die Iris über, sondern am äußeren Rande derselben vorbei und an der Sklerotika hin noch eine Strecke nach hinten. Zwischen der Sklerotika und dem Lig. ciliare endet sie mit einem scharfen Rande[1].

Auf die Demours'sche Haut folgt endlich nach innen, als vierte Schicht, ein einfaches Pflasterepithelium, von welchen schon früher die Rede war. Es endet an dem äußeren Rande der Iris.

Von diesen Häuten ist das äußere und innere Epithelium und die Demours'sche Haut gefäßlos; wenn also die Hornhaut ihren Nahrungssaft durch Blutgefäße erhält, so können diese nur entweder zwischen dem äußeren Epithelium der eigentlichen Hornhaut, oder in der Substanz der letzteren oder endlich zwischen ihr und der Demours'schen Haut liegen. In der That ist beim Fötus ein Netz von Capillargefäßen, im Zusammenhang mit den Gefäßen der Conjunctiva scleroticae, unter dem äußeren Ueberzuge der Hornhaut. Die Aeste entspringen theils unmittelbar aus den Gefäßen der

übergehe und von der hinteren Fläche der letzteren sich auf die Linsenkapsel fortsetze. In neuerer Zeit wird sie gewöhnlich als Membrana humoris aquei bezeichnet, wobei man ebenfalls von der irrigen Voraussetzung ausgeht, daß die Demours'sche Haut nur ein Theil eines serösen Sackes sey, der die vordere Augenkammer auskleide und zur Absonderung der wässerigen Feuchtigkeit mitwirke.

1 Jacob in *Med.-chir. transact. XII. P. 2. p. 504.*

Conjunctiva des Bulbus, theils aus einem größeren Kranzgefäß, welches den Rand der Hornhaut umgiebt und nach beiden Seiten Aeste ausschickt. Diese Gefäße sind von J. Müller entdeckt, in meiner Inauguraldissertation abgebildet und beschrieben [1] und auch von Römer [2] wieder gesehen worden. Mir gelang es nicht, sie bis zur Mitte der Hornhaut zu verfolgen; Römer sah ihre Enden sich in die Tiefe biegen und vermuthet, daß sie in die Substanz der Cornea dringen. Bei Erwachsenen kennt man durch Schlemm einen ringförmigen Canal, der sich oft mit Blut gefüllt findet und von den Blutgefäßen aus injicirt werden kann, in der Substanz der Hornhaut, nahe dem Falze derselben [3]; dieser Canal wird für einen venösen Sinus gehalten, empfängt aber, so viel man weiß, keine Aeste aus der Cornea [4]. Sonst sind in den zur Hornhaut gehörigen Gebilden des Erwachsenen keine Gefäße zu ermitteln; auch bei der mikroskopischen Untersuchung sind mir solche nicht vorgekommen. Wenn sie sich in entzündeten Augen auf der vorderen und hinteren Fläche der Cornea und in der Substanz derselben finden, wie in den Injectionen von Schröder v. d. Kolk (Müll. Phys. I. 215), so kann dies nicht für ihre Gegenwart im gesunden Zustande beweisen, da sie sich überall in exsudirter Lymphe neu bilden. Man kann daher nicht anders als annehmen, daß die gesammte Hornhaut den Nahrungssaft nur mittelbar und zwar durch die wässerige Feuchtigkeit erhalte, aus welcher sie sich tränkt. Durch diese wird der Stoffwechsel vermittelt, ohne den die Lebenserscheinungen der Hornhaut, die Entstehung von Wucherungen in derselben, die Bildung der Narben und die Resorption exsudirter Stoffe allerdings nicht gedacht werden können.

Die Hornhaut wurde allgemein für nervenlos gehalten, bis Schlemm (Berl. Encykl. IV, 22) an Thieraugen Nervenzweige vorfand, welche aus den Ciliarnerven entspringen, dicht an der Sklerotika liegend über das Ligamentum ciliare nach vorn gehen und sich am Falze in den Rand der Hornhaut einsenken, wo sie

1 De membrana pupillari. p. 44. Fig. VIII.

2 v. Ammon's Zeitschr. V, 21. Taf. I. Fig. 9. 11.

3 Schlemm, Rust's Handbuch d. Chir. III, 333. Retzius, Müll. Arch. 1834. S. 292. Römer, a. a. O.

4 Die Stelle dieses Canals scheint bei Thieren der Canalis Fontanae zu vertreten, welcher aber zwischen Cornea, Sklerotika und Iris liegt.

sich ihrer Feinheit wegen dem Auge entziehen. Arnold[1] hielt diese Fäden für Gefäßzweige; Bochdaleck[2], Valentin[3] und Pappenheim[4] haben Schlemm's Angaben bestätigt. Pappenheim zählte beim Schweine 18 Stämmchen, die stärksten beim Ochsen sind 0,05''' dick. Die Bündel liegen meist einfach, bilden auch Plexus. Der Durchmesser der Primitivfasern beträgt 0,0012'''. Valentin glaubt bemerkt zu haben, daß die Fäden die Cornea durchbohren und mit den Nerven der Conjunctiva anastomosiren. Für ihre Existenz spricht auch die Empfindlichkeit der Cornea, welche nicht dem Bindehautblättchen zugeschrieben werden kann, da von diesem nur die Oberhaut über die Cornea weggeht. Ich bemerke noch, daß zwischen diesem Epithelium und der eigentlichen Hornhaut sich kein Bindegewebe befindet, wie man zu vermuthen geneigt seyn könnte, sondern daß die untersten Zellen des Epithelium unmittelbar auf der äußeren Oberfläche der Hornhaut liegen.

Die Hornhaut besteht nach Valentin[5] in der achten Woche noch aus Körnchen von 0,0072''' — 0,0048''' Durchm. Späterhin bemerkt man zwischen undeutlichen und durcheinander gewirrten Fasern von 0,0012''' Breite Kügelchen von 0,0036''' Durchm. Der Unterschied zwischen Sklerotika und Cornea wird erst in der 10ten bis 12ten Woche deutlich; vom vierten, nach v. Ammon[6] schon vom zweiten Monate an sind beide durch eine Kreislinie geschieden. Die Cornea ist um so gewölbter und im Verhältniß dicker, je jünger der Embryo, und auch beim Neugeborenen noch relativ stärker, als beim Erwachsenen.

Der faserige Bau der Hornhaut war schon Leeuwenhoek bekannt (Opp. III, 77); in einzelnen zerrissenen Blättchen sah er maximam per se invicem implexarum pellucidarum striarum copiam, quarum multas esse vasa sanguifera statuebam, sed adeo tenuia, ut nullos globulos aut materiam sanguinem rubrum reddentem intra se admitterent. An einer anderen Stelle (ebend. 291) spricht er von dem Epithelium der Hornhaut, einer großen Menge von Platten, gleich Schüppchen über einander liegend, aus welchen

1 Das Auge des Menschen. S. 27.

2 Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag. 1837. S. 182.

3 De functionibus nervorum. p. 19.

4 v. Ammon's Monatsschr. 1839. S. 281. Taf. II. Fig. 5—8.

5 Entwickelungsgesch. S. 191.

6 Ztschr. für Ophthalm. II, 505.

dieselbe bestehe. Treviranus (Beitr. zur Phys. der Sinneswerkzeuge. Heft I. 1828. S. 12) fand zahlreiche Lagen von Fasern, Lauth (*l'Institut. 1834. Nr. 57*) durchkreuzte Fasern, runzelig, etwas stärker als Sehnenfasern. Werneck (v. Ammon's Ztschr. f. Ophth. 1835. S. 5) scheint nicht die eigentliche Demours'sche Haut, sondern das innerste Epithelium als Wasserhaut zu beschreiben. Er stellt ein Netz von Lymphgefäßen in derselben dar (Taf. I. Fig. 1), welches nichts Anderes ist, als die Interstitien der Zellen. Werneck will diese Haut beim Fötus auf die vordere Fläche der Iris verfolgt haben, von wo sie auf die Pupillarhaut übergehe und deren vorderes Blatt bilde, während das hintere einem serösen Sacke angehöre, der die hintere Augenkammer auskleiden soll. Eine Trennung der Pupillarhaut in zwei Blätter ist aber weder mir, noch anderen Beobachtern möglich gewesen. Berres (Mikr. Anat. 1836. Taf. XII. Fig. 1) bildet die innerste Zellenschicht der Hornhaut als Warzenkörper der Demours'schen Haut ab und ebendas. Fig. 3 die Fasern der Hornhaut. Valentin (Rep. 1836. I, 311) beschrieb zuerst die Fasern und deren Richtung genauer; im frischen Zustande seyen sie hell, durchsichtig, farblos, in Wasser trübe, können wie aus Kügelchen zusammengesetzt scheinen. Es scheint, daß Valentin auch bei den Vögeln die gestreckten Kerne gesehen habe, als er hier Knorpelkörperchen suchte. Er sah rundliche unebne Körperchen, bei der Gans 0,0084, beim Sperling 0,0024''' im Durchm., in den verschiedensten Höhen zerstreut. Die Demours'sche Haut erschien ihm meistentheils als ein structurloses Häutchen, beim Pferde erkannte er eine einfache Lage sehr feiner, parallel laufender Fäden schon im frischen Zustande, deutlicher nach Kochen in Weingeist oder Wasser. Bei den Vögeln folgt die Demours'sche Haut, wenn man an frischen Augen das Ciliarligament von der Hornhaut löst, in ihrer ganzen Ausdehnung dem Ciliarligament nach. Es erklärt sich dadurch die von mir und einigen früheren Beobachtern (De membrana pup. p. 23) beschriebene Art von Pupillarmembran bei den Vögeln, welche vom äußeren Rande der Iris ihren Ursprung nimmt. Etwas Aehnliches sah Reich auch bei einem Schweinembryo (De membrana pupillari. p. 5). In diesem Häutchen sah Valentin Längen- und Querfasern, einander rechtwinkelig kreuzend, von 0,0012''' Durchm. Obschon ich bei Menschen, Wiederkäuern und Schweinen nie Fasern gesehen habe, so möchte ich nicht bestreiten, daß sie bei einzelnen Thiergattungen vorkommen können. Zuletzt gab Donné (*l'Institut. 1837. No. 220*) eine Beschreibung der Hornhaut und Demours'schen Haut, wonach jene aus sich kreuzenden und verfilzten Fäden besteht, diese aber ohne regelmäßige Structur und den serösen Häuten ähnlich seyn soll.

Vom Gewebe der Krystalllinse, des Glaskörpers und der dazu gehörigen Häute.

Unter den durchsichtigen Theilen des Auges ist die Krystalllinse am meisten untersucht worden und am genauesten gekannt.

Bekanntlich ist sie in einer häut'gen Kapsel eingeschlossen, deren vordere Wand frei in die hintere Augenkammer sieht, deren hintere Wand in der tellerförmigen Grube des Glaskörpers ruht, aus welcher sie nach einiger Maceration leicht gelöst werden kann. Die hintere Wand ist bedeutend dünner, als die vordere; jene hat eine Dicke von nicht mehr als 0,003‴, diese schätze ich auf 0,005‴. Die Linsenkapsel ist beim Erwachsenen gefäßlos, und kann nicht weiter, weder in Fasern noch Blätter, zerlegt werden. Sie zeigt sich, mit bloßem Auge betrachtet, ganz wasserhell, unter dem Mikroskop etwas gelblich und körnig, wie mattes Glas; sie ist ganz glatt, fest und steif, so daß sie sich leicht in große, eckige Falten legt und nach der Entleerung einrollt, ohne sich zusammenzuziehen. In kochendem Wasser, Weingeist und Säuren wird sie weder aufgelöst noch getrübt. Sie stimmt in diesen Eigenschaften, wie erwähnt, mit der Demours'schen Haut ganz überein; ähnlich verhalten sich auch, wie sich später zeigen wird, der innerste Ueberzug der Retina und der äußere Ueberzug des Spiralblattes der Schnecke, welcher die Ausbreitung des Hörnerven bedeckt, nur daß in den beiden zuletzt genannten Häuten an der freien Oberfläche einzelne Zellenkerne liegen. Wenn diese Häute sich auch in ihrer Entwickelung gleichen, über welche bis jetzt nichts ausgemacht ist, so dürften sie vielleicht künftig als ein besonderes organisches System aufgeführt und schicklich mit dem Namen der Glashäute bezeichnet werden.

Mit der inneren Fläche der Kapsel steht die äußere Fläche der Linse in unmittelbarer Berührung; Bruchstücke der oberen Schichten der letzteren bleiben fast immer an der Kapsel kleben, wenn man diese abzieht; scheinbar trennt sich aber die Linse leicht oder schwer von der Kapsel, je nachdem der Zusammenhang ihrer äußeren Schichten unter sich mehr oder weniger fest ist. Bei manchen Thieren, und gewöhnlich auch beim Menschen, befindet sich, namentlich an dem vorderen Umfange der Linse, eine Menge Flüssigkeit zwischen ihren Elementen; diese trennen sich daher leicht von einander, beim Spalten der Kapsel bleiben einige an der Kapsel sitzen, andere fließen aus und die Hauptmasse der Linse tritt sogleich von selbst aus ihrer Hülle; bei den Wiederkäuern und beim Schweine dagegen sind auch die äußersten Schichten der Linse in genauem Zusammenhange und es bedarf einiger Gewalt, um sie zu trennen und die Linse hervorzudrängen. Die Flüssigkeit, welche dort aus der geöffneten Kapsel sich ergießt, wird die Morgagni'sche Feuchtigkeit

genannt; es wird angegeben, daß sie zwischen Linse und Kapsel sich befinde und daß sie, im zweiten Falle, und beim Menschen zwischen der hinteren Fläche der Linse und der Kapsel in geringer Menge vorhanden sey oder fehle. In der That ist aber der Humor Morgagni schon Linsensubstanz und enthält dieselben Zellen, welche an Linsen mit festerer Oberfläche das äußere Stratum bilden.

Diese Zellen, welche an der vorderen Fläche der Linse eine viel mächtigere Lage ausmachen, als an der hinteren, sieht man am besten, wenn man die Kapsel abzieht und so faltet, daß ihre der Linse zugekehrte Fläche den Rand bildet. Auf dem Rande sitzen die Zellen in unregelmäßigen Haufen. Im Humor Morgagni schwimmen sie einzeln und zu kleinen Läppchen vereinigt umher (Taf. II. Fig. 2, A). Verdünnte Salzsäure macht sie deutlicher, durch Coagulation des Inhaltes. Sie sind sehr zarthäutig, blaß, vollkommen wasserklar und von unbeständiger Größe. Die größten unter denselben haben bis 0,012‴ Durchmesser[1]. In vielen findet sich ein ovaler körniger Cytoblast von ansehnlicher Größe, der nach einiger Einwirkung von Wasser sich noch noch bestimmter auszeichnet. Häufig sitzt das helle Bläschen dem Cytoblasten nur an Einer Seite auf, so daß die Contouren beider wie zwei kreisförmige Glieder einer Kette ineinander geschoben erscheinen (Fig. 2, C). Auch einzelne Cytoblasten kommen vor (B). Bei Thieren sind sie vollkommen rund oder eiförmig, beim Menschen sieht man sie meistens etwas abgeplattet und polygonal, wie in den Epithelien der serösen Häute, mit sehr regelmäßig in der Mitte der Wurzel gelegenem Kerne. Aus Werneck's Beschreibung muß man schließen, daß die Zellen gegen das Centrum der Linse hin an Größe zunehmen. Ich finde große und kleine durcheinander. Verdunstet das Wasser, so werden sie dunkel, körnig, runzelig; gießt man wieder Wasser zu, so quellen sie auf und werden ganz durchsichtig.

Auf die Zellenschicht folgen nach innen eigenthümliche Fasern, ohne daß ich beim Erwachsenen Uebergänge nachweisen konnte. Nach Valentin kann man aber auch in älteren Linsen die später zu beschreibenden Uebergänge von Zellen in Fasern wahrnehmen. Auch die Fasern sind sehr blaß, platt, krystallhell, im frischen Zustande mit ganz geraden Contouren, die, wenn die Fasern dicht

1 0,003—0,0253‴ beim Hasen nach Meyer-Ahrens. Die Kerne 0,004, die Zelle 0,012‴, Werneck.

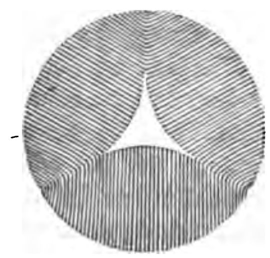
aneinander liegen, sich wie erhabene, hellere Firsten ausnehmen (Fig. 3, A. B). Die Fasern, welche der Oberfläche zunächst liegen, haben eine Breite von 0,0036‴[1] im Durchschnitt, weiter gegen das Centrum der Linse werden sie etwas schmaler, die innersten sind etwa nur halb so breit. Die Dicke der Fasern beträgt nach Treviranus sowohl an den äußeren, als an den inneren 0,0004—0,0008‴. Nach Corda stellen die Durchschnitte derselben in die Breite gezogene Sechsecke dar, was auch Werneck und Rud. Wagner bestätigen[2]. Sie sind, jede Faser an ihrem Ende schmaler und gehen in eine stumpfe Spitze aus; an dem größten Umfange der Linse sollen sie am breitesten seyn und auch an Dicke vom Umfange nach den Polen hin abnehmen. An manchen Stellen kommen sehr kleine dunkle Pünktchen zwischen den Fasern vor, die denselben ein körniges Ansehen geben. Auch werden die seitlichen Ränder der Fasern gegen den Kern der Linse hin etwas rauh, wie zackig, und greifen durch die Zacken in einander ein (Fig. 3, C). Mitunter sah ich, von den Einbiegungen der Ränder aus, regelmäßige quere Runzeln über die Oberfläche der Fasern verlaufen, was auch Werneck und Wagner bemerken; der Letztere vergleicht sie mit den Querstreifen der Muskeln. Auch die Fasern der Linse werden nach Coagulation durch Salzsäure sehr viel deutlicher und lassen sich alsdann leicht auseinander ziehen und isoliren. Phosphorsäure erhärtet sie, ohne sie zugleich undurchsichtig zu machen (Hünefeld, Phys. Chem. II, 95).

Durch die ganze Dicke der Linse sind die Fasern in großer Regelmäßigkeit neben- und übereinander geordnet. Die Fasern einer Lage haften aber viel fester mit den Seitenrändern aneinander, als mit den Flächen an den Flächen der Fasern der zunächst höher oder tiefer gelegenen Schicht. Deshalb kann man, besonders nach Behandlung mit Salzsäure, die Linse leicht in Blätter zerlegen, von denen, gleich den Schalen einer Zwiebel, eins immer das andere einschließt. Vielleicht befindet sich Flüssigkeit zwischen den einzelnen Blättern. Gegen das Centrum der Linse hin liegen sie dichter und bilden den Kern. Das specifische Gewicht der ganzen Linse des Ochsen, die 30 Gran wog, betrug 1,0765; von allen Seiten abge-

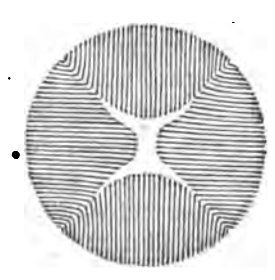
1 0,0012‴ Werneck. 0,0032 Treviranus die äußere; 0,0024 die innere.

2 Werneck, v. Ammon's Zeitschr. V. Taf. II. Fig. 10—12.

schält bis auf ein Stück von 6 Gran hatte sie ein specifisches Gewicht von 1,194 (Chenevix). Jedes Blatt wiederholt die Form der Kapsel und in jedem gehen im Allgemeinen die Fasern wie Meridiane von dem vorderen Pole continuirlich über den äußeren Rand oder den Aequator der Linse weg zum hinteren Pole. Die beiden Pole aber sind nicht Punkte, sondern Figuren von einer bestimmten Form und Breite, von Zellen ausgefüllt, und so laufen auch die Fasern nicht in zwei Centra zusammen, in welchem Falle sie nach dem Aequator hin entweder breiter werden oder auseinander treten müßten, sondern sie enden größtentheils nebeneinander und zwar nach Werneck's Beschreibung[1] auf folgende Weise: Auf der vorderen Fläche der Linse bemerkt man eine dreihörnige Figur oder ein Dreieck mit gebogenen, nach außen concaven Seiten, von welchem gewöhnlich eine Spitze nach oben, die beiden anderen nach unten und seitwärts gerichtet sind. In dieser Figur verlieren



sich die Fasern in eine noch nicht hinreichend untersuchte Substanz; an den concaven Seiten enden sie nebeneinander, an den Spitzen schlagen sie sich wirbelartig um; vielleicht auch kommen sie in einer Linie, die man sich als Fortsetzung der Spitze denken kann, von beiden Seiten zusammen. Eine Lücke von ähnlicher Beschaffenheit aber anderer Form zeigt sich auf der hinteren Fläche der Linse; es sind zwei, einander mit den



convexen Rändern zugekehrte halbe Monde, durch eine quere Leiste verbunden, oder ein Viereck mit tief ausgehöhlten Seiten. Auch hier enden die Fasern zum Theil an den concaven Rändern, zum Theil gehen sie an den Spitzen ineinander über. Selten, nach Werneck nur im späten Greisenalter, ist auch die Lücke der hinteren Kapselwand dreihörnig; bei einem 96jährigen Manne fand er nur eine kleine, nicht vollkommen runde Scheibe, aus welcher strahlenartig die Fibern nach der Peripherie hingingen. Von der Stelle aus, wo die Fasern unterbrochen sind, spaltet sich

[1] v. Ammon's Zeitschr. f. Ophtalm. IV, 13. Taf. I. Fig. 8.

bekanntlich die Oberfläche der Linse bei geringem Drucke in drei Segmente (eine solche Spaltung soll selbst im lebenden Auge durch concentrirtes Sonnenlicht, mittelst einer starken Linse, bewirkt werden [1]; jedes Segment zerfällt aber auch leicht weiter in regelmäßige Theile, je nachdem secundäre Lücken zwischen den Fasern auch an anderen Stellen sich finden. Nach Huschke [2] kommen im Fötus und bei jungen Kindern drei, vom Pol ausgehende Hörner oder Spalten sowohl auf der vorderen, als auf der hinteren Fläche vor. Mit vorschreitendem Alter bilden sich accessorische Spalten, 10—13. Gegen jede Spalte convergiren die Fasern der einander entsprechenden Ränder von je zwei Segmenten. Diese Spaltbildung denkt sich Huschke so, daß mehrere nebeneinander liegende Fasern vom centralen Ende aus resorbirt werden und, kürzer geworden, sich nach dem Rande ihres Segmentes wenden. So besteht jedes Segment aus Fasern, von welchen die mittelsten bis zum Pol der Linse reichen, die seitlichen um so früher enden, je näher sie dem Rande des Segmentes liegen. Er hält die im Alter eintretende Abflachung der Linse für Folge dieser vom Centrum aus beginnenden Resorption. Uebrigens entsprechen auch die accessorischen Spalten der beiden Flächen der Linse einander nicht und Huschke hält daher alle Fasern für gleich lang, weil die längsten, d. h. mittleren eines vorderen Segmentes, indem sie auf die hintere Fläche übergehen, zu den äußersten, also kürzesten eines hinteren Segmentes werden.

Von dem Glaskörper wissen wir nicht mehr, als aus der ersten rohen Untersuchung sich ergiebt. Daß er größtentheils aus Flüssigkeit besteht, sieht man beim Zerreißen oder Zerschneiden desselben, und daß die Flüssigkeit in häutigen Fächern enthalten sey, schließt man, weil nach Einschnitten jedesmal nur ein Theil davon sich entleert und Eis beim Gefrieren nur in einzelnen Schüppchen sich bildet. Die Membran ist aber nicht darstellbar weder am äußeren Umfange, noch im Innern, noch in der tellerförmigen Grube, wenn man die Linse herausgenommen hat; ob eine von dem Maschengewebe des Glaskörpers gesonderte Umhüllungshaut desselben, eine Hyaloidea, existire, ist nicht gewiß. In ganz frischen Augen, wenn die Netzhaut sich noch nicht vom Glaskörper rein abnehmen läßt, kann man den innersten structurlosen Ueberzug der

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. I. 222.

2 v. Ammon's Zeitschr III, 22.

ersteren auch wohl als den äußeren Ueberzug des Glaskörpers ansehen; nach einiger Maceration folgt derselbe aber immer der Retina. In Alkohol wird der Glaskörper oberflächlich milchig, in Wasser gekocht, zieht er sich zu einem kleinen dunkeln Punkte zusammen (Berzelius). Dies Coagulum rührt wahrscheinlich vom häutigen Theile des Glaskörpers her. Brewster ist der Meinung [1], daß die Mouches volantes Schatten von Fäden seyen, die in den Zellen des Glaskörpers flottiren.

Es ist auch nicht anatomisch nachzuweisen, daß die Hyaloidea am vorderen Umfange des Glaskörpers sich in zwei Blätter spalte, daß ein Blatt unter der hinteren Fläche der Linse weggehe, das andere auf ihre vordere Fläche übergehe, und daß der Petit'sche Canal zwischen dem Rande der Linsenkapsel und zwei Lamellen der Glashaut sich befinde. Jedenfalls müßte man annehmen, daß in der äußeren Lamelle, der sogenannten Zonula Zinnii, die Hyaloidea ihren Charakter ändere oder daß neue Schichten hinzutreten.

In der Zonula nämlich kommen Kügelchen und Fasern vor und zwar bilden jene die obere, den Ciliarfortsätzen zunächst gelegene, diese die untere Lage. Die Kügelchen sind Cytoblasten, rund und oval, platt, mit ein und zwei Kernkörperchen, von 0,0026—0,004‴ Durchmesser. Sie liegen nach außen in einfacher Ausbreitung, ziemlich dicht zusammen. Mehr gegen die Linse hin gruppiren sie sich in einzelnen Falten, zwischen welchen Lücken bleiben; die Falten laufen radial von außen nach innen, haben wellenförmige Seitenränder, abgerundete Spitzen, es sind, mit einem Worte, genaue Abdrücke der Ciliarfortsätze. Linien zwischen den Kügelchen, welche den Contouren entsprechender Zellen angehören könnten, habe ich nur zuweilen, namentlich in den Augen weißer Kaninchen, wahrnehmen können. Die Fasern sieht man bei Betrachtung der Zonula von oben schon ganz gut zwischen den Kernen durchscheinen. Stellenweise folgt auch die Körnchenschicht den Ciliarfortsätzen, zu welchen sie vielleicht als eine Art Oberhaut in näherer Beziehung steht, als zur Zonula; alsdann zeigen sich die Fasern vollkommen in ihrer ganzen Ausbreitung. Sie sind größtentheils sehr dünn, von 0,0006‴ an bis zu unmeßbarer Feinheit, mitunter sieht man aber auch viel stärkere, die sich wie Bündel der feinen ausnehmen, ohne jedoch deutliche Faserung zu zeigen (Taf. II. Fig. 4). Oft stoßen drei

[1] *l'Institut. No. 370.*

und mehrere in einem Punkte zusammen und an der Vereinigungsstelle zeigt sich ein feines Knötchen, vielleicht Rest einer Zelle, von welcher die Fasern ursprünglich ausgingen (a). Uebrigens sind die Fasern glatt und äußerst blaß und man thut wohl, sie durch Salzsäure dunkler zu machen, um ihren Verlauf weiter zu erforschen. Dieser ist entweder gerade oder in größeren Bogenlinien geschwungen; im Allgemeinen gehen sie quer über die Zonula vom äußeren Rande gegen die Linse hin, durchkreuzen sich aber dabei unter spitzen Winkeln; sie liegen meist in größeren Bündeln, niemals aber sehr dicht zusammen, und lassen kleinere Räume dazwischen fast leer. Dadurch erscheint die Zonula auch bei Betrachtung mit bloßem Auge oder mit schwachen Vergrößerungen faserig oder faltig.

Ich habe hier blos erzählt, was man sieht, wenn man das auf die gewöhnliche Weise dargestellte und mit dem Namen Zonula bezeichnete Häutchen mikroskopisch untersucht. Eine andere Frage ist, ob man diese Faser- oder Körnerschicht, wie die Zonula überhaupt, als etwas Selbstständiges betrachten soll. Gewöhnlich ist die Zonula stellenweise schwarz tingirt und man nennt diese schwarze Färbung einen Abdruck des Pigmentes der Ciliarfortsätze; es sind aber wirkliche Pigmentzellen, die sich von den Processus ciliares losgerissen haben; demnach ist die Trennung eine künstliche und man könnte, so wie das Pigment, so auch die darunter liegenden Schichten als einen gewaltsam getrennten, am Glaskörper zurückgebliebenen inneren Ueberzug des Corpus ciliare betrachten. Von den Kügelchen ist dies unzweifelhaft, denn die losgerissenen Processus ciliares haben einen ähnlichen Ueberzug, der sich auch auf die vordere Fläche derselben fortsetzt. Die obersten Lagen der Zellen, aus welchen dieser Ueberzug besteht, verschmelzen oft zu einer structurlosen Membran. An den abgelösten Processus ciliares sieht man alsdann einen hellen und breiten Saum, welcher den wellenförmigen Contouren der Fortsätze folgt; er ist schwach körnig, läßt nach Behandlung mit Essigsäure Cytoblasten erkennen, dem Rande zunächst ist er gleichförmig hell, nur mit einzelnen, zerstreuten Kernen versehen, die am Rande vorragen. Was die Fasern der Zonula betrifft, so mögen sie eher eine verstärkende Schicht der Hyaloidea darstellen.

Um die chemischen Eigenschaften der einzelnen Bestandtheile der Linse kennen zu lernen, wird dieselbe zu Brei zerrieben und unter Zusatz von Wasser filtrirt. Was auf dem Filtrum zurück-

bleibt, sind wahrscheinlich die membranösen Hüllen der Zellen und Fasern. Ihre Quantität beträgt in 100 Theilen . 2,4

Aus dem Filtrat gewann Berzelius

Wasser	58,0
eiweißartige Materie	35,9
Alkoholextract mit Salzen	2,4
Wasserextract mit Spuren von Salzen	1,3
	100,0

Die eiweißartige Materie der Linse zeigt mit den verschiedenen eiweißartigen Bestandtheilen des Blutes Aehnlichkeiten und ist vielleicht ein Gemisch aus denselben. Bekannt ist die Trübung der Linse nach dem Tode; sie ist, wenn die Linse in Wasser aufbewahrt wird, innerhalb 6—12 Stunden vollendet. Sie beginnt im Kerne, dann bildet sich ein concentrischer Kreis an der Peripherie, gegen welchen das Centrum sich allmählig wieder hell ausnimmt. Diesen Vorgang hält Valentin[1] für den gewöhnlichen; ein paarmal sah er aber auch als dunkeln Kern eine dreieckige Figur, um welche sich ein umgekehrtes Dreieck legte, welche abermals von einem, mit dem ersten Dreieck in der Lage übereinstimmenden Dreieck eingeschlossen wurde. Diese Trübung muß man einer freiwilligen Gerinnung der Linsensubstanz zuschreiben, die, wie beim Faserstoff, nach dem Tode eintritt und auch bei mangelhafter Ernährung der Linse vorzukommen scheint. Ferner coagulirt sie, wie Albumin, in der Hitze, durch Weingeist und Säuren, aber nicht zu einer zusammenhängenden, sondern zu einer körnigen Masse, gleich dem Blutroth. Daran sind offenbar die Membranen der Elementarzellen und Fasern schuld, welche die geronnenen Eiweißtheilchen von einander trennen. Uebrigens verhält sich die eiweißartige Substanz der Linse nach Berzelius wie Globulin, welches vielleicht nur ein Gemisch von Eiweiß und Hüllen der Blutkörperchen ist. Kochender Alkohol zieht daraus etwas Fett aus. Sie enthält nach Mulder 0,25% Schwefel, aber keinen Phosphor, und wird demnach aus 15 Atomen Protein und 1 Atom Schwefel bestehen. Simon[2] fand Käsestoff in der Krystallinse. Das Wasser- und Alkoholextract sind ebenfalls identisch dem Wasser- und Alkoholextracte des Blutwassers, die Salze desselben sind eben so milchsaures Alkali,

1 v. Ammon's Zeitschr. für Ophthalm. III, 331.

2 Med. Chemie. S. 76.

Kochsalz, phosphorsaurer Kalk und etwas Eisenoxyd. Die Asche beträgt 0,005 vom Gewicht der frischen Krystallinse. Das specifische Gewicht der menschlichen Linse ist 1,079 (Chenevix).

Der Glaskörper kann durch Auspressen in eine schwach schleimige Flüssigkeit und ein äußerst feines, häutiges Wesen geschieden werden; durch Filtriren wird die Flüssigkeit ganz klar; Reste der Membran, welche sie schleimig machten, bleiben wahrscheinlich auf dem Filtrum zurück.

Die Flüssigkeit ist salzig und enthält so wenig Eiweiß, daß sie durch Kochen nur opalisirend wird; sie besteht nach Berzelius in 100 Theilen aus

Wasser	98,40
Kochsalz und extractartiger Materie	1,42
Albumin	0,16
In Wasser löslicher Substanz (vielleicht ein Kalksalz)	0,02

Der flüssige Inhalt des Glaskörpers hat mit dem in den Augenkammern enthaltenen Humor aqueus sehr ähnliche Zusammensetzung. Bei einer Analyse des letzteren aus dem Ochsenauge, aus welchem auch der Glaskörper zur vorigen Analyse genommen wurde, fand Berzelius

Wasser	98,10
Kochsalz und Spur von Alkoholextract . . .	1,15
Albumin, spurweise.	
In Wasser lösliche extractartige Materie . .	0,75
	100,00

Das specifische Gewicht des Humor aqueus ist beim Menschen 1,0053.

Physiologie.

Glaskörper und Linse scheinen unabhängig von einander zu entstehen, der Glaskörper zugleich mit der Retina aus einem kugeligen Blastem, an dessen Wänden sich die Marksubstanz gleichsam niederschlägt, wie im Gehirne das Mark zuerst an den Wänden der Hirnblasen austritt, die Linse durch Einstülpung der Haut, mit deren Oberfläche sie anfangs noch, gleich einer Drüse, durch einen engen Ausführungsgang in Verbindung steht [1].

1 Huschke in Meckel's Arch. 1832. S. 17 und v. Ammon's Zeitschr. IV, 274.

Die Fasern der Linse entwickeln sich aus Zellen, welche bei jungen Embryonen die Kapsel ganz erfüllen. Bei Schaffötus von 6''' Länge fand Valentin[1] an der ganzen Peripherie und fast bis zur Mitte der Linse hinein nichts als große runde Bläschen, zwischen welchen schuppenförmige Körperchen sich befanden. Nur in der Mitte lagen Fasern. Bei 8''' langen Embryonen war der Faserkern größer, er dehnt sich um so mehr aus, je älter der Fötus wird. Die schuppenförmigen Körperchen hält Valentin für Uebergänge der Bläschen zu Fasern. Diese entstehen dadurch, daß die Körnchen sich longitudinal richten und verschmelzen. Spuren von Einschnürungen an den Verbindungsstellen derselben nahm Valentin noch bei Erwachsenen wahr. Bei reifen Thieren bestehen die äußersten Fasern aus deutlich zu unterscheidenden Körnchen, mehr nach innen erst werden sie gleichförmiger und fester. Die Größe der Körner betrug im vierten Monate 0,0024'''—0,0048''', im fünften 0,006''', die Dicke der Fasern im Mittel 0,0036'''. Eben so sah Werneck die Zellen (er nennt sie Fruchtkörner) der Linse rosenkranzförmig sich ordnen und zu Fasern zusammen wachsen[2]. Ich halte, der Analogie nach, diese Darstellung für richtiger, als die von Schwann gegebene[3], wonach jede Zelle sich unmittelbar in eine Faser verlängern soll. Dem widerspricht auch die von Schwann selbst mitgetheilte und von Valentin bestätigte Beobachtung, daß an den Fasern noch mehrere Kerne vorkommen. Nach einer späteren Angabe Valentin's[4] sollen die Fasern sich durch feine Linien noch weiter in Fibrillen theilen. Eine Täuschung ist hier sehr leicht, da man durchscheinende tiefere Schichten für Abtheilungen in einer höheren nehmen kann. Ueber die erste Bildung der Zellen selbst fehlt es an Untersuchungen, jedoch muß erwähnt werden, daß Schwann bei älteren Hühnerembryonen größere Zellen sah, die eine oder zwei kleinere Zellen in ihrem Innern enthielten.

So lange die durchsichtigen Theile des Auges in der Bildung begriffen sind, erhalten sie sehr ansehnliche Gefäße, die man durch Injection bei Embryonen leicht darstellen kann. In früherer Zeit

1 v. Ammon's Zeitschr. III, 329. Entwickelungsgesch. S. 203.

2 v. Ammon's Zeitschr. V, 414.

3 Mikroskop. Unters. S. 100.

gner, Phys. I, 138.

kommt aus den Gefäßen der Retina, an der Eintrittsstelle des Sehnerven ein Stamm, dessen stärkster Ast mitten durch die Axe des Glaskörpers zur tellerförmigen Grube verläuft und auf dieser ausstrahlt, während zahlreiche Nebenzweige sich von seiner Eintrittsstelle in den Glaskörper an durch diesen verbreiten, bis zum äußeren Rande der Zonula hin begeben und auf dieser nach innen, gegen die tellerförmige Grube wenden, wo sie mit den Aesten des centralen Stammes in Verbindung treten. Diese Zweige obliteriren von dem äußeren Umfange des Glaskörpers aus gegen die Axe, so daß zu einer gewissen Zeit der Glaskörper aus einem äußeren gefäßlosen und einem inneren, gefäßhaltigen Kugelsegmente besteht [1]. Zuletzt verschwinden die Gefäße des Glaskörpers sämmtlich bis auf den einen centralen Gefäßstamm, die Art. capsularis, der zuweilen noch gleich an der Wurzel sich gabelig spaltet. Die Gefäßausbreitung auf der Zonula Zinnii, welche anfangs ein intermediäres Netz zwischen den centralen und peripherischen Stämmchen des Glaskörpers bildete, setzt sich, wenn diese verschwinden, nach außen mit anderen Gefäßen in Verbindung, welche entweder der inneren Fläche der Retina oder den Processus ciliares angehören, und stellt eine Communication zwischen der Art. capsularis, der Gefäßausbreitung der tellerförmigen Grube und den Gefäßen der Retina oder Choroidea her [2]. Die Gefäßausbreitung der tellerförmigen Grube ist aber nur

[1] Reich, De membrana pupillari. Fig. 4.

[2] Werneck hatte schon angegeben (Med. chir. Ztg. 1823. I. S. 15), daß Injectionsmasse aus der Arteria capsularis in die Vasa vorticosa übergehe. Ich sah (Membrana pup. p. 29. Fig. 5. 6) ein unvollkommen ringförmiges Gefäß am äußeren Rande der Zonula, in welches die Stämmchen der letzteren einmündeten, und in anderen, injicirten Augen die Stämmchen der Zonula im Corpus ciliare sich verlieren. Arnold (v. Ammon's Zeitschr. IV, 33) bestreitet die Richtigkeit dieser Beobachtung und behauptet, daß die Gefäße der Zonula Fortsetzungen der Gefäße des Glaskörpers seyen; als Gefäße des Glaskörpers sieht er nämlich die Gefäßausbreitung auf der inneren Oberfläche der Netzhaut an. Langenbeck (De retina. p. 10) stimmt Arnold bei; er sah ebenfalls Gefäße aus dem Gefäßblatte der Retina, welche an dem Glaskörper hingen, in die Zonula übergehen und erklärt sich gegen den Zusammenhang der Gefäße der Zonula mit denen des Corpus ciliare. Die in das Corpus ciliare übergehenden Gefäße, die ich der Zonula zuschrieb, sollen der Pars ciliaris retinae angehören. Dennoch giebt Langenbeck die Verbindung der Capsulopupillargefäße mit denen der Zonula, der Zonula mit dem Circulus venosus retinae, des Circulus venosus mit der Pars ciliaris retinae und also mittelbar, durch die letzteren, die Communication der Gefäße der

Theil eines gefäßreichen und geschlossenen Sackes, welcher, wie eine äußere Kapsel, die Linse sammt ihrer gefäßlosen Kapsel einschließt, und es theilen sich also die Gefäße der hinteren Kapselwand am äußeren Rande derselben so, daß nur ein Theil auf die Zonula, ein anderer Theil auf die vordere Wand der äußeren oder gefäßreichen Kapsel übergeht, die auch ihrerseits sich wieder durch Gefäße aus der Zonula verstärkt [1]. Anfangs umgiebt die äußere gefäßreiche Kapsel die innere, gefäßlose so eng, daß es nicht leicht ist beide zu trennen. Später, wenn bei dem Wachsen des Auges die Linse mit ihrer gefäßlosen Kapsel sich relativ verkleinert und von der Hornhaut gegen den Grund des Auges zurückzieht, wenn zugleich die Iris von außen her gegen die Augenaxe hereinwächst und sich mit ihrem inneren Rande an die gefäßreiche Kapsel befestigt, wird diese stellenweise von der eigentlichen Linsenkapsel bestimmter getrennt und in verschiedene Abtheilungen gesondert. Die hintere Hälfte, welche mit der tellerförmigen Grube in Verbindung steht, bleibt im innigsten Zusammenhange mit der Linse, obschon es nicht selten gelingt, diese sammt ihrer gefäßlosen Kapsel aus der tellerförmigen Grube zu entfernen, so daß das Capillarnetz in dieser zurückbleibt; die vordere Hälfte entfernt sich allmählig von der vorderen Wand der eigentlichen Linsenkapsel. Vom äußeren Rande derselben geht sie, wie eine kegelförmig sich verengende Röhre, durch die hintere Augenkammer am Pupillarrande der Iris vorbei zu deren vorderer Fläche, wo sie sich nahe am freien Rande befestigt, um so näher, je jünger der Embryo. Dieses kegelförmige Stück ist die Membrana capsulo-

Zonula mit denen der Choroidea zu. Mir scheint, als ob wir zuletzt Alle Recht behielten. An dem äußeren Rande der Zonula, wo das Markblatt der Netzhaut endet, stehen vielleicht die Gefäße der Zonula ebensowohl mit denen der Retina, als mit den Gefäßen der Processus ciliares in Verbindung. Das von mir erwähnte Ringgefäß könnte allerdings mit dem venösen Sinus der Retina identisch seyn. Ich werde hierauf bei Beschreibung der Netzhaut nochmals zurückkommen.

1 Am inneren Rande der Zonula, wo die Gefäße derselben Anastomosen mit den Gefäßen der vorderen und hinteren Kapselwand eingehen, stehen sie durch Seitenäste auch untereinander in Verbindung und stellen dadurch eine Art von Kranzgefäß um den Rand der Kapsel dar. S. *Mascagni, prodr. Tab. XIV. fig. 36.* Arnold, tab. anat. fasc. II. Tab. III. fig. 12. Werneck in v. Ammon's Ztschr. IV. Taf. I. Fig. 4. Berres, Mikroskop. Gebilde. Taf. XIV. Fig. 5. In meiner Abbildung (a. a. O. Fig. 6) war eben diese Stelle durch einen Rest der vorderen Kapselwand verdeckt.

pupillaris. Der zwischen der Anheftungsstelle an der Iris gelegene, centrale Theil der vorderen Wand, welcher die Pupille schließt, ist die Membrana pupillaris. Vgl. die Durchschnitte in meiner Diss. de membrana pupillari. Fig. 7. Reich, a. a. O. Fig. 6. Valentin in v. Ammon's Ztschr. III, Taf. V. Fig. 1.

Zu der Zeit, wo die gefäßreiche Linsenkapsel mit der Iris in Verbindung tritt, erhält sie eine neue Zufuhr von Blut durch die Ciliargefäße, welche von der vorderen Fläche der Iris auf die Pupillarmembran übergehen und mit der Ausbreitung der Art. capsularis anastomosiren.

Die innere Kapsel habe ich gefäßlos genannt; so fanden sie Reich, Valentin (a. a. O.) und v. Ammon[1] immer und ich in der größten Mehrzahl der Fälle; zweimal kamen mir indeß auch in dieser Kapsel Gefäße vor, zuerst an dem einen Auge eines fast reifen Schaffötus[2] und später wieder in beiden Augen eines sieben Monate alten menschlichen Fötus. In jenem Auge war die vordere Hälfte der gefäßreichen Kapsel, Membrana pupillaris und capsulo-pupillaris nicht vorhanden, von diesen habe ich mir leider darüber nichts angemerkt und so bleibt der Vermuthung Raum, daß in diesen seltenen Fällen, in Folge einer Anomalie der Entwickelung, die gefäßreiche Kapsel sich nicht von der inneren entfernt habe, vielmehr auch an der vorderen Fläche mit ihr verwachsen sey. Ich glaube nicht, daß ich die wirkliche Pupillar- und Kapselpupillarhaut von der Iris gewaltsam gelöst und so als einen Ueberzug der Kapsel erhalten haben sollte, wie dies allerdings leicht möglich und öfters Veranlassung gewesen ist, der vorderen Kapselwand Blutgefäße zuzusprechen; es hätte mir sonst gelingen müssen, in Augen von so vorgerücktem Alter die Gefäßschicht von der eigentlichen straffen Kapsel abzuheben; auch spricht dagegen die eigenthümliche Gefäßverbreitung, welche besonders bei dem menschlichen Fötus von der Anordnung der Gefäße in der Pupillarhaut sehr verschieden war. Es trennten sich nämlich die Stämmchen, indem sie von der hinteren Fläche zur vorderen übergingen, auf dem größten Umfange der Linse in einzelne schmale Bündel, zwischen welchen leere Räume blieben, und traten alsdann am äußeren Rande der vorderen Fläche durch Anastomosen wieder größtentheils zusammen; sie ließen nur drei,

[1] Ztschr. für Ophthalm. II. 517.

[2] De membrana pupillari. p. 34.

im vorderen Centrum auf einander stoßende Lücken, welche die Gestalt der dreihörnigen Lücke der Fasern in der vorderen Fläche der Linse wiederholten. Die Pupillarhaut hat ein ziemlich gleichförmiges Gefäßnetz mit großen Maschen, in dieser Kapsel aber gingen die Gefäße fast parallel bis zur Mitte und die anastomosirenden Aeste unter sehr spitzen Winkeln von den Stämmchen ab, die äußersten und kürzesten eines jeden dreieckigen Feldes, den Spitzen der dreihörnigen Figur gegenüber, bogen in einander um, die mittleren und längsten schienen im Centrum durch ein sehr feines Capillarnetz zusammenzuhängen. An einer Linse waren die Gefäße der vorderen Fläche viel zahlreicher, als die der hinteren, woraus man schließen muß, daß auch dieses Capillarsystem, wie das des Kapselpupillarsackes, einen Zuwachs durch die Zonula Zinnii erhält.

Nach außen von der Kapselpupillarhaut hat Reich[1] noch eine gefäß- und structurlose Haut gesehen, welche von der Zonula Zinnii zur hinteren Fläche der Uvea ging; eine ebenfalls gefäßlose, aber aus Körnern zusammengesetzte Membran fand Valentin[2] von der Zonula Zinnii zur Uvea sich erstreckend. Valentin vermuthet, daß seine Haut nach außen auf der Reich'schen liege, möglicherweise könnten beide identisch, oder vielmehr verschiedene Entwickelungsstufen derselben Membran seyn, da Valentin so wenig als Langenbeck[3] beide zugleich in demselben Auge gefunden hat. Es ist sehr wohl denkbar, daß diese Haut einen epitheliumartigen Ueberzug der vorderen Fläche der Ciliarfortsätze im Embryo bilde, der sich beim Ablösen der Ciliarfortsätze von ihnen trennt, und zwischen Zonula Zinnii und Uvea ausgespannt bleibt, wie denn auch die Kapselpupillarhaut in ihrer vollkommenen Ausbildung wahrscheinlich in den Winkel zwischen der Vorderfläche des Corpus ciliare und der hinteren Fläche der Iris ausweicht, ohne übrigens mit diesen Flächen genau zusammenzuhängen, da sie zu lang ist, um gerade gestreckt durch die hintere Augenkammer zu verlaufen. Der von mir a. a. O. mit o bezeichnete Canal (zwischen der äußeren Wand der Kapselpupillarhaut, der hinteren Wand der Iris und der vorderen des Ciliarkörpers) würde demnach wegfallen. Im Erwachsenen kommt in der That eine Zellenschicht, ähnlich der der Zonula

[1] a. a. O. p. 37.

[2] a. a. O. S. 320. Entwickelungsgesch. S. 200.

[3] De retina. p. 124.

Zinnii und als Fortsetzung derselben, auf der vorderen Fläche der Ciliarfortsätze vor.

Da die Gefäße des Kapselpupillarsackes sich ebensowohl von den Arterien, wie von den Venen aus füllen, so ist es schwer, von der Art, wie das Blut in demselben circulirt, eine entschiedene Vorstellung zu erhalten. Noch immer hat mir eine früher ausgesprochene Ansicht [1] die meiste Wahrscheinlichkeit, daß nämlich die Arteria capsularis und die Gefäße der Iris Blut zuführen, welches durch die Stämmchen der Zonula Zinnii in die Venen des Corpus ciliare und der Choroidea zurückströmt. Zwar hat Langenbeck [2] ein Gefäß beschrieben, welches die Art. capsularis begleite, und hält dasselbe für die entsprechende Vene. Allein der Beweis, daß es, von der Art. capsularis gesondert, in die Venen der Netzhaut übergehe, ist nicht geführt und es ist mir wahrscheinlich, daß Langenbeck durch die so häufige Duplicität oder frühe Bifurcation der Art. capsularis getäuscht worden sey.

In dem Maaße, wie die vordere Hälfte des Kapselpupillarsackes sich von der Linse entfernt und als Ernährungsorgan derselben überflüssig wird, wird sie nach und nach vom Centrum gegen die Peripherie hin ärmer an Gefäßen; die Maschen zwischen den größeren Aesten obliteriren zuerst, es bleiben einzelne Gefäßbogen, oft auch Stämme, welche quer über die Pupillarmembran verlaufen; endlich zur Zeit der Geburt oder bald nach derselben schwinden die Gefäße völlig und die Membranen lösen sich im Humor aqueus auf. Die Gefäße der Membrana capsulo-pupillaris scheinen von der Iris gegen die Kapsel hin zu obliteriren. Die Gefäße der tellerförmigen Grube und die Anastomosen derselben mit den Ciliar- oder Netzhautgefäßen über der Zonula scheinen im Erwachsenen fortzubestehen. Zinn sah die Gefäße der hinteren Kapselwand in Ochsenaugen [3], Müller ebenfalls [4], Walter [5] hat sie beim erwachsenen Menschen injicirt. Langenbeck [6] injicirte beim Ochsen Gefäße der Zonula, die mit dem Gefäßblatte der Retina

1 De membrana pupillari. p. 30.
2 De retina. p. 115.
3 Observationes quaedam botan. et anat. p. 25.
4 Physiol. I, 215.
5 De venis oculi. p. 14.
6 De retina. p. 102.

zusammenhingen, an der Kapsel aber schlingenförmig endeten und nicht auf die hintere Wand übergingen. Berthold[1] sah die Art. capsularis, durch welche der Glaskörper mit der Retina zusammenhing, im Auge einer Fischotter. Die Art, wie Trübungen der hinteren Kapselwand entstehen, in einzelnen Kreisausschnitten, welche dem Bereiche einzelner Gefäßstämmchen zu entsprechen scheinen, spricht für einen Antheil der Gefäße an der Entwickelung dieser Krankheit und somit indirect für ein Fortbestehen der Gefäße. Auffallend ist es mir indeß, daß ich niemals, weder in der tellerförmigen Grube, noch in der Zonula, bei mikroskopischer Untersuchung uninjicirter Augen Capillargefäße auffinden konnte, während sie doch sonst an durchsichtigen Theilen, z. B. an der Pupillarhaut, so leicht zu erkennen sind. Bei dem Fötus wird durch die Elasticität der Art. capsularis nach ihrer Trennung von der Retina der hinterste Theil des Glaskörpers nach vorn gezogen und so eine trichterförmige Vertiefung gebildet, die als Area Martegiani beschriebene Grube. Beim Erwachsenen hat Valentin[2] diese Grube nicht gefunden; sie existirt dagegen nach Sömmerring[3]. In kranken, namentlich kataraktösen Augen bilden sich Gefäße sowohl auf der vorderen als hinteren Kapselwand.

Ob demnach den Augenflüssigkeiten im erwachsenen Zustande immer noch Blut durch eigene Gefäße zugeführt werde, oder ob sie nur mittelbar aus den Blutgefäßen der übrigen Augenhäute sich ernähren, mag noch unentschieden bleiben. Wichtig ist jedenfalls die letztere Quelle und gewiß hat die Natur aus keinem anderen Grunde durch Plexus, Wundernetze und Gefäßdrüsen (bei den Fischen) die Circulation des Blutes durch die Gefäßhäute des Auges so erschwert und namentlich für eine langsame Bewegung desselben durch die Venen gesorgt, als um den Austritt des serösen Theiles des Blutes aus denselben und die Tränkung der inneren Organe des Auges zu begünstigen. Man muß sich demnach Choroidea und Processus ciliares auch als Matrix der Augenflüssigkeiten denken und es wird begreiflich, wie Störungen der Blutbewegung in jenen auf Glaskörper und Linse wirken. Schröder van der Kolk zeigte mir in seiner Sammlung ein Präparat eines glaukomatösen Auges,

[1] v. Ammon's Ztschr. IV, 466.

[2] v. Ammon's Ztschr. III, 338.

[3] Salzb. Zeitg. 1823. III, 382.

welches in Bezug auf die Genesis der räthselhaften Krankheit wie auf den Ernährungsproceß der inneren Theile des Auges gleich interessant ist. Eine unregelmäßige Schicht von exsudirtem und geronnenem Faserstoff, wahrscheinlich in Folge einer Entzündung, bedeckte die innere Fläche der Choroidea. Dieser fremden Substanz zwischen der Choroidea und den von ihr abhängigen Gebilden schrieb Schröder van der Kolk sowohl die Atrophie des Pigmentes (dadurch die grünliche Färbung) als des Glaskörpers zu. Bei einer mangelhaften Zufuhr an Nahrungssaft verdunkelt sich die Linse oft sehr rasch, wie nach Verbrennungen der äußeren Theile des Auges, oft nur langsam, wie im hohen Alter. Die Trübung beginnt vom Centrum aus und scheint, gleich der Trübung nach dem Tode, in einer freiwilligen Gerinnung des Faserstoffes begründet. So ist es auch bei der Verdunkelung der Linse in der Arthritis. In anderen Dyskrasien dagegen verändert sich die Kapsel und die Linse zunächst an der Oberfläche, welche mit dem Nahrungssafte zuerst in Berührung tritt. Vielleicht führt hier das Blut durch einen Mischungsfehler Abnormitäten der Bildung herbei. Man hat häufig phosphorsaure Kalkerde in solchen Linsen gefunden. Damit soll natürlich die Möglichkeit eines selbstständigen Erkrankens der Linse um so weniger geleugnet werden, als wir in dem ganzen Entwickelungsproceß ihrer Fasern eine selbstständige Thätigkeit erkannten.

Ob übrigens die Fasern der erwachsenen Linse sich durch das Blut blos ernähren, oder ob außen immer neue Schichten gebildet und, wie sie nach innen rücken, die des Kerns aufgelöst werden, ist nicht bekannt. Die letztere Ansicht hat wenig Wahrscheinlichkeit.

Ich will hier noch einer in Vergessenheit gerathenen Beobachtung von Duhamel[1] gedenken. Bei Vögeln, die mit Krapp gefüttert werden, röthen sich bekanntlich die Knochen. Von den Weichtheilen fand Duhamel nur die Glashaut (*capsule vitrée*) geröthet. Sollte sie vielleicht krankhaft verknöchert gewesen seyn?

Die aus der Kapsel entfernte Linse regenerirt sich, sofern die Kapsel, welche deren Form bestimmt, nicht zu sehr verletzt worden ist. Der Erste, der nach Depression der Linse eine unvollkommene Regeneration beobachtete, ist Brolik[2]. Cocteau und Leroy

1 *Acad. de Paris. 1739. Mém. p. 7.*

2 *Buchner, Waarneming van eene Entbinding der Crystalvogten. 1801.*

d'Etiolle[1], Middlemore[2] und C. Mayer[3] haben darüber Versuche an Säugethieren gemacht. Der Letztere fand die Linse nach 7 Wochen fast so groß, als die alte, aber ringförmig, da sich an der Stelle, wo die vordere Kapselwand geöffnet war, keine Linsensubstanz gebildet hatte. Solche ringförmig neugebildete Linsensubstanz beschreiben auch Sömmerring[4] und Day[5] aus menschlichen Augen nach Reclination der Katarakte. In der regenerirten Linsensubstanz fand Werneck keine Fasern[6].

Ziemlich bedeutende Verwundungen heilen, ohne eine Spur zu hinterlassen, nur in der eingeschnittenen Kapsel zeigt sich anfangs ein trüber Streif, der aber später schwindet[7]. Nach Werneck[8] hinterlassen Stichwunden der Kapsel und Linse keine Spur, wenn nur die Zellenschicht der Linse oder die Faserlücken getroffen sind; wird aber eine größere Zahl der Fasern selbst verletzt, so folgt Trübung der Linse.

Inwiefern die Faserung der Linse und ihr blätteriger Bau auf die Brechung der Lichtstrahlen von Einfluß sey, ist hier zu untersuchen nicht der Ort. Leeuwenhoek und Reil schlossen aus dem faserigen Baue der Linse, daß sie muskulöser Natur sey. Wenn sich dagegen mit Recht einwenden läßt, daß nicht alle Fasern contractil sind, so darf man auf der anderen Seite den Linsenfasern die Contractilität nicht deswegen absprechen, weil sie in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften nicht mit dem eigentlichen Muskelgewebe übereinkommen. Es giebt glatte und nicht quer gestreifte, es giebt leimgebende contractile Fasern und die Muskeln mancher niederen Thiere sind eben so wasserhell, wie die Fasern der Linse. Was aber durchaus gegen ihre Irritabilität spricht, ist der Mangel der Nerven in der Linsensubstanz.

Bei dem Menschen haben die Fasern der Linse etwas rauhe Ränder, die zackig in einander greifen. Bei niederen

1 Froriep's Not. XVI, 289.
2 Ebendas. XXXIV, 302.
3 Gräfe u. Walther's Journ. XVII, 521.
4 Organ. Veränderung nach Staaroperationen. S. 27. 39. 69.
5 *The lancet. 1828. Novbr.*
6 v. Ammon's Zeitschr. IV, 21.
7 Dietrich, Verwundungen des Linsensystems. Tübingen. 1824. S. 76.
8 a. a. O. S. 18.

Wirbelthieren bilden sich diese Zacken zu förmlichen Zähnen aus, wie Brewster entdeckt hat. Sie sind am deutlichsten und größten bei den Fischen, wo jeder Zahn etwa den 5ten Theil der Breite der platten Faser hat. Die Zahl der Zähne an einer Linsenfaser des Stockfisches schätzt Brewster auf 12500. Aehnliche Fasern fand er auch bei Eidechsen, Vögeln; unter den Säugethieren sind die Zähne bei den meisten undeutlich, dem Elephanten sollen sie ganz fehlen. Treviranus fand sie bei mehreren Säugethieren im Kern deutlich, außen fehlten sie.

Auch die Lücken in der vorderen und hinteren Fläche der Linse, in welchen die Fasern zusammenstoßen, haben in verschiedenen Thieren sehr eigenthümliche Formen. Beim Stockfisch convergiren sie nach Brewster wie Meridiane in einem vorderen und hinteren Pol; bei anderen Fischen, beim Frosch, Hasen und Kaninchen vertritt die Stelle des Pols eine gerade Linie vorn und hinten, welche sich beide unter einem rechten Winkel schneiden. Dreihörnige Figuren vorn und hinten, deren Strahlen aber auch nicht correspondiren, haben die Katzen, Schweine, Wiederkäuer und viele andere Säugethiere. Zwei Kreuze, die sich nicht decken, finden sich beim Walfisch, Seehund, Bär, Elephanten. Endlich kommen auch unsymmetrische Figuren vor, bei der Schildkröte und einigen Fischen, und zusammengesetzte durch Theilung der einfachen Strahlen.

Brewster, Philos. transact. 1833. p. 323. 1836. P. I. p. 35. (Müll. Archiv. 1837. XLVIII.). Huschke, in v. Ammon's Ztschr. für Ophthalm. III, 20. Taf. I. Treviranus' Beiträge II, 81. IV. Fig. 62—67. Werneck in v. Ammon's Ztschr. V, 413. Taf. I. II. Schwann, Mikroskop. Unters. S. 102. Taf. I. Fig. 13.

Leeuwenhoek hat die Structur der Linse mit besonderer Sorgfalt untersucht (Opp. T. III. p. 66 sq.); er zerlegt sie in Blätter; jedes Blatt besteht aus Fasern und hat die Dicke einer Faser; es scheint wohl, daß er damit die Primitivfasern meine, obschon er die Vermuthung ausspricht, daß jede Faser wieder weiter zerlegt werden könne, denn er giebt an, daß 10 Fasern zusammengenommen noch nicht so dick seyen, wie ein Haar (ein Haar schätzt er zu 0,02‴), und daß auf dem größten Kreise der Krystallinse 12000 Fasern nebeneinander liegen. Die Fasern scheinen ihm zuweilen, jedoch nicht immer, aus Kügelchen zusammengesetzt, vielleicht in Folge der oben beschriebenen Run-

zelung. Er sah die dreihörnige Figur beim Ochsen, Hund, Schwein, die einfach quere beim Hasen und Kaninchen; er sah endlich, daß die Fasern, die auf einer Fläche dem Rande zunächst umbiegen, auf der anderen bis zum Centrum vordringen und nimmt an, daß eine Faser ohne Ende die ganze Linse umspinne. Camper (De quibusd. oculi partt. 1746. Hall. Disp. anat. IV, 279. Fig. 8) hat ebenfalls die Fasern untersucht und gefunden, daß sie in jedem der Segmente, in welche eine Lamelle der Linse sich zerlegen läßt, am Rande in die entsprechenden Fasern des benachbarten Segments umbiegen. Leeuwenhoek hielt es für möglich, daß die Fasern muskulös seyen; Young (*Phil. trans. 1793. p. 172*) nimmt es für ausgemacht; die vordere und hintere Faserlücke sind ihm Sehnen, an welche die Muskeln sich ansetzen. Reil (Sattig, lentis crystall. structura fibrosa. Hal. 1794) lehrte die Fasern durch Salpetersäure deutlich machen; er machte auf die natürliche Trennung derselben voneinander an den Polen und in den davon ausgehenden Linien aufmerksam. Home und Bauer (*Philos. transact. 1822. p. 79*) vergleichen die Linsenfasern ganz passend mit Fäden aus gesponnenem Glas. Ich rede nicht von dem Streite, der sich darüber erhob, ob dieser Bau der lebenden Linse eigen, oder erst nach dem Tode durch Gerinnung, durch Einwirkung der chemischen Mittel ꝛc. erfolge, wofür Männer wie Sömmerring und Berzelius sich ausgesprochen hatten. In neuester Zeit hat zuerst Arnold wieder die Linse einer genaueren mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Ihm erschienen die Fasern, vielleicht auch Bündel von Fasern als Röhren, welche durch quere und schiefe Anastomosen mit einander in Verbindung stehen sollten. Die Röhren hielt er für Lymphgefäße. Jetzt scheint er diese Ansicht aufgegeben zu haben. In den Icon. anat. fasc. II. Fig. 17—20. 25. beschreibt er die Linsenfasern übereinstimmend mit Werneck und Huschke, doch als zusammengesetzt aus Kügelchen. Huschke (v. Ammon's Ztschr. III, 1833. S. 20) hat sich besonders mit dem Verlaufe der Linsenfasern beschäftigt und Leeuwenhoek's Beobachtungen zum Theil bestätiget, zum Theil weiter ausgeführt. In demselben Jahre machte Brewster seine Beobachtungen vom gezahnten Baue der Linsenfasern bei Fischen bekannt (*Lond. and Edinb. phil. mag. 1833. Decbr.*). Der Entdecker der Zellen in den äußeren Schichten der Linse ist Purkinje (Valentin in v. Ammon's Ztschr. III, 1833. 328). Valentin vergleicht dieselben mit runden, auf dem Wasser schwimmenden Oeltropfen und ganz so sehen sie im frischen Zustande aus. Bald darauf beschrieb sie Werneck (ebendas. IV, 1834. S. 6) aus dem Auge des Erwachsenen zum Theil als innere Lamelle der Kapsel, zum Theil, die tieferen, als ein Fächergewebe, welches Linse und Kapsel organisch verbinde. In der inneren Lamelle der Kapsel sah er cirkelrunde Blättchen, Zellen oder Bläschen, von etwa 0,0048''' Durchmesser, zwischen denen sich feine, reiserartige Gefäße durchschlängeln. Die Blättchen sind Cytoblasten, die Gefäße sind die Contouren der aneinanderstoßenden Zellen. In dem Fächergewebe erkannte er sechsseitige Zellen von 0,012''' Durchmesser, die miteinander communiciren und in welchen der humor Morgagni circuliren sollte. Werneck's Beschreibung der Linsen- im Text mitgetheilt. Nach Treviranus (Beiträge II, 1835.

S. 80) sollen sie gegen die beiden Pole hin spitz zulaufen. Krause (Anat. I, 420. 1836) nimmt zwei Substanzen an, die in die Zusammensetzung der Linse eingehen, eine formlose, die durch Luft, Weingeist &c. zu Körnchen gerinne, die nur in der äußersten Lage deutlich seyen (Zellen der äußeren Schicht), und Fasern, welche die weiche Substanz parallel miteinander und in geringen Abständen von einander durchziehen. Die Fasern seyen 0,0011—0,0015‴ breit, die Abstände betragen in den äußeren Schichten 0,0038‴, im Kern 0,0030‴. Man sieht leicht, daß Krause die dunkeln Streifen, welche durch Aneinanderstoßen der Fasern entstehen, für diese selbst und die Fasern für Interstitien genommen hat, weshalb auch die Interstitien gegen den Kern hin abnehmen. Donné (*l'Institut. 1837. No. 220*) vergleicht die kernhaltigen Zellen der äußersten Schicht der Linse ganz richtig den Epitheliumzellen, sieht aber diese Schicht als die eigentliche Linsenkapsel an. Meier-Ahrens (Müll. Arch. 1838. S. 259) hat zuerst die Zellen isolirt in der Morgagni'schen Feuchtigkeit beobachtet und ihre Form richtig beschrieben, aber den Kern oder vielmehr das Verhältniß des Kerns zur Zelle übersehen, denn aus seinen Messungen ergiebt sich, daß er beide beobachtet hat. Der Ansicht von Schwann (Mikroskop. Untersf. 1839. S. 99) ist oben gedacht worden.

An der Zonula sind von älteren und neueren Beobachtern häufig Fasern beschrieben und selbst für muskulös, die Bewegung der Iris vermittelnd, erklärt werden. Diese Fasern sind aber nichts Anderes, als die Bündel der eben beschriebenen mikroskopischen Fäden (s. Camper, Hall. disp. IV, 282). Huschke (v. Ammon's Ztschr. III. 1833. S. 1) hat die Körnerschicht der Zonula wahrgenommen und darin einen Beweis für die Fortsetzung der Retina über die Processus ciliares zu finden geglaubt. Eine ähnliche Beobachtung machte R. Wagner (v. Ammon's Ztschr. III, 1833. S. 279). Als Faltenkranz der Retina beschreibt er die Fältchen der Zonula; sie zeigen sich unter dem Mikroskop aus denselben Schichten von Nervenkügelchen bestehend, wie der hintere Theil der Retina; nur sind diese nicht so dicht gedrängt. Diese Kügelchen finden sich bis in die äußerste Spitze. Es sieht aus, als wenn die Nervenkügelchen in Zellen des Zellengewebes lägen. Man findet nämlich, daß die Nervenkügelchen von feinen Strichen, eckige, kreisförmige Linien oder Säume bildend, umgeben sind. Oefters glaubte er auch, in dieser zellgewebigen Grundlage ein faseriges oder streifiges Gefüge zu bemerken. Die Nervenkügelchen maßen 0,0033‴ und schienen aus abgeplatteten Kügelchen, also Linsen, zu bestehen. Für den von der eigentlichen Zonula untrennbaren Ciliartheil der Retina erklärt auch Langenbeck (De retina. 1836. p. 28) die Elemente des Strahlenblättchens; die knotigen Fasern der Retina sollen über die Zonula fortgehen, aber feiner und die Verbindungsfäden der Kügelchen so zart werden, daß sie gleich zerreißen und dann nur Kügelchen ohne Ordnung umherliegend zu sehen seyen (die Zellenkerne?). Unter diesen liegen varikose Röhren, dünner als in der eigentlichen Retina, mit minder deutlichen Anschwellungen (die Faserschicht). Am tiefsten folge eine Fortsetzung des Gefäßblattes der Retina.

Mag man diese Körner und Fasern der Zonula zuschreiben oder der Netz-

haut und eine unsichtbare Zonula unter denselben annehmen, so ist die jetzt so allgemein verbreitete Annahme, daß die Zonula über die Vorderfläche der Kapsel weggehe, gleich unstatthaft. Die Kapsel ist eine ganz gleichförmige Membran. Als ich die Anastomosen der Gefäße der Zonula mit denen der Membrana capsulo-pupillaris gefunden hatte, schloß ich bereits, daß die Zonula am Rande der Kapsel aufhören müsse, weil sie sonst den Kapselpupillarsack durchbrechen würde. Arnold bestritt dagegen die Existenz der Kapsulopupillarmembran, weil das Strahlenblättchen über die Vorderfläche der Linse weggehe. Er zerlegte die vordere Kapselwand in zwei Lamellen (Auge des Menschen. S. 110.), Bärens theilte sie sogar in drei (Monographia lentis crystallinae. §. 9), und ohne Zweifel würden noch mehrere dargestellt werden können, wenn unsere Instrumente feiner wären.

Vom Bindegewebe.

Mit dem Namen Bindegewebe, Tela conjunctiva, sonst auch Zellgewebe[1], Bildungsgewebe, bezeichnen wir das Gewebe, welches fast an allen Stellen die Lücken zwischen Gewebe von mehr entschiedener, physiologischer Bedeutung ausfüllt und an der Oberfläche des Körpers und seiner Höhlen, sowie an dem äußeren Umfange der Organe zu einhüllenden Häuten sich verdichtet. Wegen seiner Verbreitung, wegen der Leichtigkeit, womit es sich wiedererzeugt, und wegen des geringen Antheils, den es an den höheren animalischen Functionen zu nehmen scheint, hat man ihm unter den sogenannten organisirten, d. h. von Blutgefäßen und Nerven durchzogenen Gebilden die niedrigste Stelle angewiesen und in dieser Hinsicht schließt es sich zunächst an die hornigen Gewebe an.

Structur.

Die letzten Elemente des Bindegewebes sind lange und sehr feine, weiche und wasserhelle Fäden oder Cylinder oder Fibrillen von überall ziemlich gleicher Stärke und einem Durchmesser von 0,0003—0,0008'''[2]. Ihre Contouren sind glatt, scharf, aber hell;

1 Diesen Namen unterdrücke ich wegen der Anspielung auf eine Zusammensetzung aus Zellen und wegen der speciellen Bedeutung, welche der Name Zellen in neuerer Zeit erhalten hat. Den Namen Bindegewebe hat J. Müller vorgeschlagen, Physiol. I, 450.

2 0,001—0,002, in serösen Häuten 0,003 R. Wagner (Burdach's Phys. V, 114). 0,0012 Valentin (Hecker's Ann. 1835. S. 59).

gepreßt und gedehnt sind sie gerade, sonst laufen sie vermöge ihrer Elasticität in sanften, oft sehr regelmäßigen Wellenbiegungen (Taf. II. Fig. 5), und diese Biegungen sind es, welche allen aus Bindegewebefäden gebildeten Theilen das fein quergestreifte oder gebänderte Ansehen geben, welches an den Sehnen so auffallend ist. Die Elasticität des Bindegewebes zeigt sich an lebenden und todten, aus demselben geformten Theilen. Das interstitielle Bindegewebe zieht sich nach der Ausdehnung rasch wieder zusammen, das Neurilem durchschnittener Nerven treibt den Inhalt aus. Häute, durch Eiter, Wasser, Geschwülste ausgedehnt, erreichen in kurzer Zeit ihr früheres Volumen wieder, ohne Falten zu bilden, wenn die Ausdehnung nicht sehr bedeutend war. Am geringsten ist die Elasticität in Sehnen und Bändern, doch fehlt sie nicht ganz. Zum Theil ist diese Eigenschaft abhängig von der Beimischung eines anderen Gewebes, wie sich später zeigen wird. In Masse und mit bloßem Auge betrachtet haben die Fasern des Bindegewebes eine weiße Farbe. Ob die Fibrillen solide oder hohl sind, läßt sich durch directe Beobachtung nicht ermitteln, die Art ihrer Entwickelung spricht nicht für das letztere.

Die Fibrillen liegen selten einzeln, meist zu Bündeln vereinigt nebeneinander und die Bündel sind durch einen festen, aber formlosen Keimstoff verbunden, wie sich schon der Analogie nach vermuthen und durch die Beobachtung feiner, aus Bindegewebe gebildeter Lamellen beweisen läßt. An einem dünnen Plättchen der Arachnoidea z. B. erscheint zwischen den Maschen der Bindegewebebündel eine sehr matte und fein granulirte, natürlich auch in diesem Falle membranartig ausgebreitete Substanz, welche die Lücken ausfüllt und besonders deutlich wird, wenn man den Rand des abgeschnittenen Plättchens betrachtet. Auf diesem macht sie zwischen je zwei Bündeln den Rand aus, mit einer deutlichen und scharfen Grenze. Man nimmt zu dieser Untersuchung ein Stückchen von der Arachnoidea des Gehirnes an der Basis, wo sie brückenartig über die Vertiefungen des Gehirnes ausgespannt ist, nachdem man zuvor das Epithelium durch Schaben oder Maceration entfernt hat.



0,0005 — 0,0009 Jordan. 0,0008 Treviranus. 0,0008 E. H. Weber. 0,0003—0,0008, in Sehnen 0,0016 — 0,0019 Krause. 0,0003 Eulenberg (Tela elastica. p. 26). 0,0006 — 0,0008 Gerber. 0,0005 — 0,0006 Harting (*v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 183*).

Außerdem ist das Bindegewebe immer mehr oder weniger mit Blutwasser getränkt und dadurch in verschiedenen Graden der Aufweichung. Die Cutis enthält nach Wienholt 32,35 Proc. eigentliches Gewebe, die Gefäße mitbegriffen, und 57,50 Proc. Wasser; das Uebrige ist Eiweiß und extractartige Materie.

Die Bindegewebecylinder sind sehr fest und ertragen einen bedeutenden Druck, ohne sich zu verändern oder zu zerreißen. Ihr Verhalten gegen chemische Reagentien ist noch wenig untersucht. In kaltem Wasser verändern sie sich nicht, in Essigsäure lösen sie sich zwar auch nicht, wenigstens nicht nach Stunden, aber sie verlieren ihre weiße Farbe, werden durchsichtig, gallertartig und spröde. An den Bündeln verliert sich jede Spur von Längsstreifung, sie werden gleichartig, feinkörnig, schwellen etwas auf und kräuseln sich, wenn sie nicht durch Druck ausgedehnt erhalten werden. Oft und namentlich im Anfange der Einwirkung der Essigsäure werden sogar undeutliche und dicht gedrängte Querstreifen bemerklich, die wie aus den feinsten Kügelchen bestehen und den Bindegewebebündeln einige Aehnlichkeit mit macerirten oder durch Essigsäure veränderten Muskelbündeln geben. Bei einigen stärkeren Bündeln zeigt sich nach Behandlung mit Essigsäure in der Axe eine dunklere, körnige Substanz, in einem ähnlichen Verhältnisse zu den Fibrillen, wie der Markcanal der Haare zur Rindensubstanz. Die Essigsäure, worin Bindegewebe macerirt worden, giebt nach Jordan mit Cyaneisenkalium weder Niederschlag noch Trübung. Dagegen erhielt Valentin[1] aus der essigsauren Lösung von Bindegewebe- und Sehnenfasern mittelst Cyaneisenkalium ein, obwohl geringes Präcipitat, welches aber erst nach 12—24 Stunden sichtbar wurde und sich in freier Essigsäure, in Ueberschuß von Eisenkaliumcyanid und in vielem Wasser wieder auflöste. Getrocknet wird das Bindegewebe zu einer gelblichen, spröden, durchscheinenden Substanz, die sich in Wasser wieder aufweichen läßt. In kaltem Wasser macerirt, fault es nicht leicht. In kochendem Wasser schrumpfen Organe, welche der Hauptmasse nach aus Bindegewebe bestehen, wie die äußere Haut, anfangs zusammen, werden härter und steifer, dann aber, nach fortgesetztem Kochen, weich, schleimig und durchscheinend und lösen sich endlich auf zu Leim, der beim Erkalten gerinnt. In Alkohol und Aether, in fetten und flüchtigen Oelen erhält sich Bin-

1 Müll. Arch. 1838. S. 199.

degewebe sowohl in der Kälte, wie in der Wärme unverändert. Von Säuren und Alkalien, auch wenn sie bis zu einem gewissen Grade verdünnt werden, wird die Cutis schon bei gewöhnlicher Temperatur in Leim verwandelt und löst sich alsdann in warmem Wasser zu Gallerte auf. In Berührung mit Substanzen, welche Wasser binden, wie Chlorkalk, Aetzkali, schrumpfen Haut und Sehnen zusammen, werden fest und durchsichtig, erhalten aber in Wasser ihr ursprüngliches Ansehen wieder. Aufgeweichte Haut, in Auflösung von Quecksilberchlorid gelegt, vereinigt sich allmählig mit dem Metallsalze, wird dabei dichter und härter; mit dem Gerbestoffe verbindet sie sich ebenfalls zu einer festen, in Wasser unlöslichen, der Fäulniß widerstehenden Substanz, dem Leder. Im Magensafte ist sie schwerer löslich, als andere weiche Gewebe (Bichat).

Die Fibrillen des Bindegewebes finden sich, wie bemerkt, meist in größerer oder geringerer Anzahl vereinigt zu abgeplatteten Bündeln von sehr verschiedener Dicke. Diese Bündel treten wieder zu stärkeren Bündeln oder zu Membranen zusammen, indem sie sich bald parallel aneinander legen, bald sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen. Wo das Bindegewebe als eine lose, leicht verschiebbare und dehnbare Masse die Interstitien der Organe ausfüllt, sind die Bündel auch ohne Präparation deutlich, indem sie in allen Richtungen durch- und übereinander laufen und schon dem bloßen Auge wie ein Netzwerk feiner Fasern sich darstellen. Die Breite dieser Bündel, die ich primäre Bündel oder nach ihrer Genesis Zellenfasern des Bindegewebes nenne, beträgt ungefähr 0,003—0,006‴. Die meisten primären Bündel sind ohne besondere Hülle; die Fibrillen können leicht auseinander gezerrt werden und treten, wenn ein Bündel stark gekrümmt wird, von selbst auseinander. An vielen Stellen aber werden sie umwickelt und zusammengehalten durch Fäden, welche sich in ihren mikroskopischen und chemischen Eigenschaften von den Bindegewebefibrillen unterscheiden, dagegen in mancher Hinsicht mit den Fasern des später zu beschreibenden elastischen Gewebes übereinkommen. Sie sind fast noch feiner als die Fibrillen des Bindegewebes, ganz glatt und gleichförmig, aber von viel dunkleren Contouren und besonders ausgezeichnet durch die bedeutenden Windungen, welche sie im isolirten Zustande zeigen. Um dieselben zu erkennen, muß man das Bindegewebe mit Essigsäure behandeln. In der Essigsäure werden die Bindegewebebündel durchsichtig, quellen auf und ihre Faserung ver-

schwindet, die umwickelnden Fäden aber bleiben unverändert. So geschieht es, daß ein Bündel, welches nur aus den gewöhnlichen, geschwungenen Fibrillen des Bindegewebes zu bestehen scheint, nach Behandlung mit Essigsäure sich wie ein heller, in einzelnen und oft sehr regelmäßigen Abschnitten eingeschnürter Cylinder verhält, und man bemerkt bald, daß die Einschnürungen von einem Faden veranlaßt werden, welcher spiralförmig um das Bündel läuft (Taf. II. Fig. 7), oder auch von einzelnen, in größerer oder geringerer Entfernung von einander um das Bündel gelegten, discreten Ringen. Nur selten wollte es mir nicht gelingen, die Windungen auf einen einzigen Faden zu reduciren, ich muß es aber dennoch zweifelhaft lassen, ob nicht zuweilen mehrere Spiralfäden an einem Bündel vorkommen. Am schönsten zeigt sich die beschriebene Bildung an dem feinen und festen Bindegewebe, welches an der Basis des Gehirnes, nach unten von der Arachnoidea, zwischen den Gefäßstämmen und Nerven liegt und sich in einzelnen Fäden anspannt, wenn man z. B. irgend einen Theil des Circulus Willisii vom Gehirne abzieht. Hier habe ich nie vergeblich nach Spiralfäden gesucht, doch kommen einzelne, ähnliche, von Spiralfäden umwickelte Bündel auch an anderen Stellen, in serösen Häuten, im Unterhautbindegewebe, in der Cutis und selbst in Sehnen vor. Aber nicht blos die primären Bündel werden von Spiralfäden umwunden, sondern auch oft mehrere primäre Bündel zu secundären auf dieselbe Weise vereinigt (Taf. II. Fig. 6), in welchem Falle dann die Windungen der Spiralfäden sehr weitläufig sind.

In anderen Gegenden, wo die einzelnen Primitivbündel nicht oder selten von Spiralfäden umwickelt sind, sieht man dunkle Fasern doch fast überall in größerer oder geringerer Zahl zwischen und auf den Bindegewebebündeln verlaufen, wenn man die letzteren mit Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Wenn Bindegewebebündel mit einiger Regelmäßigkeit parallel neben einander liegen, wie in Sehnen, fibrösen und serösen Häuten, so laufen die dunkeln Fasern längs den Rändern der Bündel, meist einzeln und parallel neben einander, durch Zwischenräume getrennt, welche der Breite der Bündel entsprechen. Im schlaffen Bindegewebe unter der Haut, im Panniculus adiposus und an anderen Stellen scheinen sie zahlreicher, oft auch stärker, ihr Verhältniß zu den Bündeln des Bindegewebes läßt sich aber nicht bestimmen, da sie sich nach dem Durchschneiden sogleich zurückziehen und in Unordnung gerathen.

Ihr Verlauf ist sehr charakteristisch. Oft sind sie in großen Strecken regelmäßig wellenförmig (immer mit viel stärkerer Excursion der Wellen, als die Bindegewebefibrillen) oder vielmehr korkzieherförmig gewunden; bald gleichen sie mit ihren unregelmäßigen Krümmungen dem Bilde eines Stromes auf der Landkarte, häufig auch ballen sie sich stellenweise zu dichten Knäueln zusammen, die im ersten Augenblicke für aufsitzende Knötchen gehalten werden könnten (Taf. II. Fig. 8). Dieselbe Faser, welche auf diese Weise geschlängelt neben einem Bündel liegt, fängt in ihrem weiteren Verlaufe an, dasselbe spiralförmig zu umwinden, und geht weiterhin wieder zur Seite des Bündels fort, so daß über die Identität der beiden Arten von Fasern, der umspinnenden und der interstitiellen, kein Zweifel seyn kann.

Neben den einfachen und den mit umspinnenden oder interstitiellen Fasern versehenen Bindegewebebündeln kommt an vielen Stellen noch eine andere Form vor, welche nach Behandlung mit Essigsäure ein anderes Ansehen erhalten. Hier sind auf den Bündeln und, wenn mehrere aneinander liegen, zwischen denselben ovale Körperchen, gleich Cytoblasten, oder dunkle, sehr längliche, und oft halbmond- oder schlangenförmig oder winkelig gebogene Körnchen und Streifen von verschiedener Länge und Breite, meist an einem oder beiden Enden zugespitzt. Sie liegen meistens mit dem längsten Durchmesser parallel der Längenaxe des Bündels, in größeren oder kleineren Abständen hintereinander (Taf. II. Fig. 6. a, c) und bilden auf diese Weise Längsreihen, deren bald nur wenige, bald eine große Anzahl auf einem Bündel vorkommen. Oft liegt auch ein oder das andere Körperchen quer oder mehrere im Zickzack gegeneinander. Beide Enden oder eins derselben sah ich sehr häufig in eine lange Spitze oder in einen feinen langen Faden sich ausdehnen, welcher entweder zwischen zwei Bündeln weiter ging oder schief über eins oder mehrere Bündel hintrat. Durch solche feine Fäden hingen mehrere der beschriebenen Körnchen oder verlängerten Cytoblasten zusammen, so daß die Körnchen mit ihren Verbindungsfäden ununterbrochene Wellenlinien oder Spiralen darstellten, die absatzweise stärker und feiner waren (Fig. 6. b). Nimmt man hinzu, daß auch an den oben beschriebenen Spiralfäden zuweilen, wiewohl selten, einzelne Knötchen vorkommen, so wird es ziemlich gewiß, daß die verlängerten Cytoblasten nur frühere Entwickelungsstufen der Spiralfäden sind, daß sie an manchen Stellen sich in solche

Fäden, Kernfasern, umwandeln und zusammenfließen, an anderen aber auf früheren Stufen der Metamorphose fortbestehen. Ich glaube sogar einigemal durch Anwendung von Essigsäure eine zusammenhängende Kernfaser in einzelne, der Länge nach aneinanderliegende, Körnchen zertheilt zu haben und es löst die Essigsäure vielleicht hier die intermediäre, noch nicht festgewordene Substanz der Fäden eben so auf, wie sie die Kerne der Eiterkügelchen in die einzelnen Elementarkörnchen spaltet, die sich später unzertrennlich miteinander verbinden.

Nach einer anderen Seite gehen die ersterwähnten Spiralfäden in eine andere, eigenthümliche Art von Fasern über, welche in Masse zur Bildung derjenigen Theile zusammentreten, die unter der Benennung „elastisches Gewebe" vereinigt werden. Die genauere Beschreibung dieser Fasern folgt im nächsten Capitel: hier sey nur erwähnt, daß an gewissen Stellen, z. B. in der äußeren Haut, den serösen und Schleimhäuten und in dem Bindegewebe, welches die elastischen Bänder und Membranen und die Gefäße umgiebt, Fasern vorkommen von demselben Verlaufe, wie die interstitiellen Kernfasern, mit eben so dunkeln und scharfen Umrissen, eben so unveränderlich in Essigsäure, welche sehr deutlich platt erscheinen, oft abwechselnd dicker und dünner, indem sie abwechselnd die breite und die schmale Fläche nach oben kehren, und welche sich von den Kernfasern nur durch ihren größeren Durchmesser und dadurch auszeichnen, daß sie hier und da sich gabelförmig theilen oder auch kürzere Aeste abgeben, welche alsdann ringförmig gewunden sind. Diese Fasern sind schon ohne Behandlung mit Essigsäure leicht unterscheidbar.

Bei der nun folgenden Beschreibung der besonderen Arten des Bindegewebes wird sich ergeben, daß an verschiedenen Stellen desselben auch ziemlich constante Verschiedenheiten der Kernfaserbildung sich zeigen. Einigermaßen läßt sich auf die Menge und Stärke der Kernfasern schon aus dem Verhalten des Bindegewebes gegen Essigsäure bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge schließen. Das Bindegewebe wird um so durchsichtiger und gallertartiger, je weniger Spiralfäden in seine Zusammensetzung eingehen.

Das Bindegewebe füllt entweder die unregelmäßigen Räume zwischen den Organen und Organtheilen, z. B. den Läppchen der Drüsen, den Bündeln der Muskeln aus, oder seine Bündel vereinigen sich zu festeren Membranen oder stärkeren soliden Strängen.

Die erste Art kann man schlaffes oder formloses, die zweite Art dichtes oder geformtes Bindegewebe nennen [1].

In dem formlosen Bindegewebe sind die primären Bündel entweder zu einzelnen, dickeren und dünneren Balken verbunden, welche netzförmig durcheinander geflochten sind und häufig miteinander anastomosiren, indem einzelne Bündel von einem Balken abgehen und sich an einen andern anlegen, oder sie sind zu dünnen Plättchen genau und in verschiedenen Richtungen zusammengefügt und die Plättchen sind wieder so auf einander gestellt, daß sie zellige Räume einschließen, welche durch weite Oeffnungen untereinander zusammenhängen. Von der letzteren Art ist das formlose Bindegewebe überall, wo es in größeren Massen angehäuft ist, z. B. unter der Cutis, auf der Oberfläche der Muskeln, an dem Hilus größerer Drüsen. Durch Anfüllen mit Luft oder Wasser wird sowohl die Gestalt der zelligen Räume, als auch der Zusammenhang derselben sichtbar. Die Luft dringt beim Aufblasen des Bindegewebes und beim Emphysem von jeder Stelle des Unterhautbindegewebes über große Strecken weiter; Blut, wässerige Exsudate, Eiterdepots senken sich der Schwere nach; aber das angesammelte Wasser bildet, wenn man es in Leichen frieren läßt, nicht einen zusammenhängenden Eisklumpen, sondern eine Menge kleiner Scherbchen, deren jedes eine Zelle ausfüllt. Die Fettzellen liegen ebenfalls in Räumen, die von Bindegewebe begrenzt sind und also gewissermaßen Zellen zur Aufnahme des Fettes darstellen. Es versteht sich aber, daß diese Zellen nichts gemein haben mit der eigentlichen Zellenmembran, welche das flüssige Fett als Zelleninhalt unmittelbar umschließt.

Die Grenze zwischen formlosem und geformtem Bindegewebe

[1] Nach Bordeu's Vorgang (*Tissu muqueux. p. 65*) pflegt man die Art des Bindegewebes, welche ich formlos nenne, in das äußere, atmosphärische oder umhüllende, und in das innere, parenchymatöse oder Organenzellgewebe einzutheilen (Bichat, Meckel, Rudolphi, Krause). Béclard (*Anat. gén. p. 127*) unterscheidet außer dem parenchymatösen Zellgewebe (textus cellulosus stipatus) noch das atmosphärische (t. c. strictus) und das äußere oder allgemeine (t. c. intermedius). Das hier sogenannte geformte Gewebe wird unter besonderen Namen, als seröses, tendinöses Gewebe u. s. w. abgehandelt. Die Namen, welche ich anwende, wurden zuerst von Treviranus gebraucht und unter geformtem Zellgewebe die serösen Häute verstanden. Ihm folgt M. J. Weber, zieht aber auch den Glaskörper, die Krystalllinse und Hornhaut dahin.

darf nicht streng gezogen werden. Wo das Bindegewebe zwei Flächen miteinander verbindet, z. B. die untere Fläche der Cutis und die obere eines Muskels oder die einander zugekehrten Flächen zweier Muskeln, kann es leicht als Membran dargestellt werden; auf diese Art sind eine Menge sogenannter Fascien entstanden und können noch täglich neue entstehen. Wirklich finden sich auch in starken Körpern deutlich begrenzte und glänzende Membranen um Muskeln oder Muskelgruppen, welche bei schwächeren Subjecten nur mit Schichten von formlosem Bindestoffe überzogen sind. In dem Hilus oder der Porta der Leber ist das Bindegewebe, welches Gallengänge, Gefäße und Nerven umhüllt, schlaff und formlos, verdichtet sich aber an den Gefäßen zu einer festen Membran, der Capsula Glissonii, sobald diese in die feste Substanz der Leber eintreten. Die Tunica vaginalis communis ist nichts Anderes, als formloses Bindegewebe um Hoden und Samenstrang. So geht auch fast überall, wo Gefäße und Nerven durch die Weichtheile verlaufen, das schlaffe Bindegewebe der Interstitien allmählig in die feste Gefäß- und Nervenscheide über und das schlaffe Unterhaut- und unterseröse Bindegewebe verwebt sich allmählig gegen die Oberfläche hin zur Cutis und serösen Haut.

Die Lebenseigenschaften des formlosen Bindegewebes sind wenig bekannt; sein Reichthum an Gefäßen und Nerven ist sehr verschieden, je nach den Organen, deren Zwischenräume es ausfüllt. Im Allgemeinen aber ist es reicher an Gefäßen, als die Organtheile selbst, und der eigentliche Träger der Gefäße, die in dem Bindegewebe zwischen den feinsten Organtheilen Netze bilden [1]. Ob es contractil sey, ist schwer auszumachen.

Das geformte Bindegewebe erscheint in Häuten, Scheiben, Bläschen oder Strängen, welche meist ein faseriges Ansehen, eine glatte und um so glänzendere Oberfläche haben, je mehr die Faserbündel in einer Richtung und je dichter sie liegen. Das physiologische Verhalten nöthigt uns, zwei Varietäten desselben aufzustellen, welche dadurch wesentlich von einander unterschieden sind, daß die eine auf gewisse Reize sich zusammenzieht, die andere nicht. Ich will vorläufig nur an die Haut des Hodensackes erinnern, welche, obgleich aus Bindegewebe gebildet, eine so auffallende

1 Eine Abbildung der Gefäße im Bindegewebe zwischen den Bauchmuskeln giebt Bleuland, Icones anatomico-physiolog. Tab. V. Fig. 1.

Contractilität zeigt, daß die ersten Beobachter sie als Fleischhaut beschrieben. Ihr zunächst steht die Cutis. Indessen kommt vielleicht allem Bindegewebe ein gewisser Grad von organischem Zusammenziehungsvermögen zu, dessen Aenderungen im Leben nur minder auffallend sind, aber durch Vergleichung mit dem Zustande des Bindegewebes in der Leiche und in Krankheiten deutlich werden. Dafür spricht das Durchschwitzen von Flüssigkeiten durch Schleim- und seröse Häute nach dem Tode, die lähmungsartige Schlaffheit der Gelenkbänder in Hysterischen u. s. f. [1]. Vielleicht liegt der Grund der Contractilität und des Mangels derselben nicht in Verschiedenheiten des Bindegewebes, sondern in seiner Beziehung zu den Nerven.

I. Zu dem nicht contractilen Bindegewebe, welches man auch fibröses oder tendinöses Gewebe nennen kann, gehören:

1. Die Sehnen. Sie bestehen aus parallelen Bündeln, welche in kleineren oder größeren Massen dicht zusammen liegen und von einander durch dünne Lagen von schlafferem Bindegewebe geschieden werden. Diese lösen sich durch Maceration zuerst auf und dadurch zerfallen die Sehnen in einzelne Stränge. Zwischen den Primitivbündeln kommen die Kernfasern häufig unentwickelt, in Form einzelner, verlängerter Kerne, selten als Spiralfäden vor. Die platten Sehnen der Augenmuskeln sind wie fibröse Häute gebildet. Ihres dichten Baues wegen sind die Sehnen von großer Festigkeit und widerstehen länger dem Eindringen chemischer Potenzen. Sie sind daher nicht so leicht, wie die übrigen Arten des Bindegewebes, in Leim zu verwandeln. Auch den zerstörenden Wirkungen der Infusorien sind sie weniger ausgesetzt und faulen schwer. Sie besitzen eine nur geringe Elasticität, die aber doch an dünnen Sehnen durch die wellenförmigen Biegungen der Fasern und das dadurch entstehende, fein gebänderte Ansehen merklich wird. Nach Chevreul [2] enthalten sie in 100 Theilen 62,03 Wasser.

Von der Verbindung der Sehnen mit den Muskeln wird bei der Beschreibung des Muskelgewebes die Rede seyn; mit den umgebenden Theilen stehen sie entweder durch gewöhnliches schlaffes Bindegewebe in Zusammenhang, oder sie sind sehr locker von einem Bindegewebe umhüllt, dessen große Maschen von einer glashellen, zähen und schleimigen Flüssigkeit erfüllt sind. Dies ist besonders

1 *Brodie, Lectures on local nervous diseases. p. 71.*

2 *Considérations générales sur l'analysè organ. p. 108.*

da der Fall, wo eine größere Anzahl von Sehnen nebeneinander oder über Knochenrinnen hingleitet. Man nennt diese Scheiden die Schleim- oder Synovialscheiden der Sehnen [1].

2. Die Bänder, mit Ausnahme der elastischen und der Zwischengelenkbänder der Wirbelsäule. Den Sehnen ganz ähnlich gebildete, aber größtentheils platte, selbst membranförmig ausgebreitete Lagen von Bindegewebe. Das **Ligamentum teres** der Pfanne ist selbst in der äußeren Form den Sehnen ähnlich, während die Kapselbänder der größeren Gelenke, die **Membrana interossea** und **obturatoria** den Uebergang zu den fibrösen Häuten bilden. Die Bänder, welche nicht articulirende oder unbewegliche Knochentheile zusammenhalten, wie z. B. die **Membranae interosseae**, der **Apparatus ligamentosus tali**, die Bandmasse zwischen Darm- und Kreuzbein, die **Ligamenta corruscantia** des Thorax, sowie die seitlichen Verstärkungsbänder der Gelenke stehen nach beiden Flächen hin mit losem Bindegewebe in Verbindung; die Bänder, welche Gelenkhöhlen begrenzen oder durch Gelenkhöhlen verlaufen, werden an ihrer der Höhle zugekehrten Seite von einem Pflasterepithelium überzogen, welches die Fläche noch glatter macht.

3. Die Bandscheiben. Es sind unter den aus Bindegewebe gebildeten Organen die festesten, so daß sie nach dem äußeren Ansehen mit den Knorpeln zusammengestellt wurden (**Cartilagines interarticulares**), von welchen sie sich durch ihre mikroskopischen Bestandtheile wesentlich unterscheiden. Sie sind indeß weicher und biegsamer als Knorpel, elastischer und deshalb auch da angebracht, wo der Druck von zwei Knorpelflächen aufeinander vermieden werden soll, zwischen den Epiphysen einiger Gelenke. Bandscheiben exi-

[1] Dem Systeme zu Liebe, wonach die Synovialflüssigkeit in serösen Häuten enthalten und seröse Häute überall geschlossen seyn sollen, werden die Synovialscheiden der Sehnen als längliche Säcke beschrieben, welche aus zwei ineinander steckenden hohlen Cylindern bestehen, die ihre glatten Flächen einander zukehren, während die innere Fläche des inneren Cylinders an die Sehne, die äußere des äußeren Cylinders an die umgebenden Gewebe geheftet sey. An gesunden Theilen kann ich eine solche Bildung nicht erkennen; aufgeblasen verhalten sich die Synovialscheiden wie anderes Bindegewebe, nur daß ihre Maschen größer sind. Dabei mögen immer bei krankhafter Ansammlung von Flüssigkeit einzelne interstitielle Blättchen schwinden und mehrere Zellen zusammenfließen. Daß dies aber auch in Krankheiten nicht immer der Fall sey, beweisen die Ganglien, Wasseransammlungen in einzelnen Zellen der Synovialscheiden.

stiren namentlich im Kiefergelenke, im Handgelenke zwischen dem Köpfchen der Ulna und dem Os triquetrum und im Kniegelenke [1]. Sie sind von der Synovialhaut überzogen und durch Sehnenfasern, welche sich von ihrem Rande entwickeln, an die Gelenkkapsel oder an die Knorpel der Epiphyse befestigt. Die Bindegewebebündel sind meist einander parallel geordnet und laufen z. B. in der Cartilago falciformis des Kniegelenkes dem scharfen Rande parallel. Die Scheiben lassen sich daher parallel dem Rande in Fasern reißen und eine solche Faser zeigt unter dem Mikroskop dem Rande parallel verlaufende Bündel mit ziemlich zahlreichen und feinen Kernfasern, die theils gerade, theils wellenförmig gebogen liegen; an einzelnen erkennt man noch durch abwechselnde Anschwellungen die ursprüngliche Zusammensetzung aus einzelnen Kernen. An einem senkrecht auf die planen Flächen geführten Schnitte sieht man die Durchschnitte der Bündel als Areolae von 0,02 — 0,04‴ Durchmesser mit feineren Abtheilungen im Innern der Areolae; zwischen diesen ziehen sich die Kernfasern hin, welche die Areolae zum Theil umgeben und einschließen, zum Theil mit abgeschnittenen Enden zwischen denselben hervorkommen und nach Behandlung mit Essigsäure sichtbar bleiben.

Zu den Bandscheiben gehört dem Baue nach der sogenannte Knorpel des oberen Augenlides, Tarsus, dessen Bündel dem halbmondförmigen oberen Rande ziemlich parallel gehen und Lücken zwischen sich lassen, in welchen die Acini der Meibom'schen Drüsen liegen. Von derselben Structur sind die Labra cartilaginea der Gelenkgruben, Streifen einer festen Bandsubstanz, welche namentlich am Rande der Pfanne des Hüftbeines, am Schulterblatte und am oberen Ende der Tibia zur Vergrößerung der Gelenkflächen beitragen. Die Faserbündel laufen dem Rande parallel. Endlich gehören hieher die sogenannten Faserknorpel der Sehnenscheiden, deren z. B. einer gewöhnlich in der Sehnenscheide des Musculus tibialis posticus vorkommt.

4. Die fibrösen Häute im engeren Sinne. Dazu werden gerechnet:

a. Die festen, weißen und glänzenden Hüllen, welche als äußere Ueberzüge vieler Eingeweide zum Schutze des

1 Die Cartilago interarticularis am Sternoclaviculargelenke gehört nicht hieher. Sie enthält wahre Knorpelsubstanz und wird bei den Faserknorpeln beschrieben werden.

weichen Parenchyms oder zur Anheftung von Muskeln dienen. Eine solche fibröse Haut haben die Augen (Sclerotica), die Hoden (Albuginea), die Nieren, Ovarien, die Milz und Prostata, ferner die cavernösen Körper des Penis, der Klitoris und Urethra. Auch die Dura mater des Gehirnes und Rückenmarkes und die fibröse Haut des Herzbeutels gehören hieher. Diese letzteren unterscheiden sich aber wesentlich dadurch, daß ihre innere Fläche mit dem Parenchym des Organes, welches sie bedecken, nicht oder nur an einzelnen Stellen verbunden, größtentheils aber nur lose über demselben ausgespannt ist, und eben so wie die äußere Fläche des Organes von einem Epithelium bekleidet wird. Von den fibrösen Hüllen der übrigen Eingeweide gehen nach innen zuweilen Balken oder häutige Blätter ab (Milz, Corpora cavernosa), welche das Parenchym durchziehen und eine Art Gerüste desselben bilden. Die innere Fläche der Sklerotika ist an die äußere der Choroidea durch sehr kurze und feine Fäden aus Bindegewebe mit eingestreutem körnigen Pigment geheftet, welche nach der Trennung beider als schleimige Schicht auf der Sklerotika liegen bleiben und mit zur Lamina fusca derselben gerechnet werden.

Nach der äußeren Seite sind die fibrösen Hüllen, wenn sie frei in Höhlen liegen, mit Epithelium überzogen, welches dann in das Epithelium der Höhlenwand sich fortsetzt (Hoden, Milz), oder sie stehen mit benachbarten Theilen durch lockeres Bindegewebe in unmittelbarem Zusammenhange, setzen sich auch in andere fibröse Theile unmittelbar fort. So sind die Sehnen der Augenmuskeln in die Substanz der Sklerotika, die Sehnen der Ischio- und Bulbocavernosi in die fibröse Haut der Corpora cavernosa eingewebt. Die Dura mater des Gehirnes, welche Hülle des Gehirnes und Periosteum des Schädels zugleich ist, hängt mit dem Knochen in den ersten Lebensjahren sehr fest, später lockerer zusammen, wobei jedoch immer noch sehr feine Gefäßchen vom Knochen zur Dura mater verlaufen. Die Dura mater des Rückenmarkes ist ein von der Beinhaut der Wirbel und den Ligamenten derselben durchaus geschiedenes Blatt; die Verbindung zwischen beiden bewerkstelligt ein sehr lockeres Bindegewebe, dessen Räume von Serum und Fettzellen erfüllt werden.

Dem bloßen Auge erscheinen die fibrösen Umhüllungshäute bald ganz gleichförmig und dann zeigen sich unter dem Mikroskop lauter parallele, nicht deutlich in Bündel geschiedene Fasern, die

aber in verschiedenen Schichten verschiedene Direction zu haben scheinen; oder sie sind aus größeren durcheinander geflochtenen Bündeln gewebt, deren jedes wieder aus parallelen Fasern besteht, indeß die größeren Bündel durch Lagen von lockerem Bindegewebe geschieden werden. Von der letzten Art ist die Dura mater und der fibröse Herzbeutel. Nach Behandlung mit Essigsäure zeigen sich zwischen und auf den Primitivbündeln viele der ovalen, oft zu Fäden aneinander gereihten Körnchen und wahre Kernfasern in größerer oder geringerer Zahl. Sehr zahlreich und zugleich am größten und stärksten sind sie in den fibrösen Scheiden der Corpora cavernosa, so daß sie auch ohne Behandlung mit Essigsäure leicht zu sehen sind. Die innerste Schicht der Sklerotika besteht aus Fasern, welche nicht in Bündeln vereinigt sind, durch mannichfache Kreuzung ein Netzwerk darstellen mit bedeutenden Zwischenräumen, welche von fester, aber structurloser Membran ausgefüllt scheinen. Sie haben die Dicke und den optischen Charakter der Bindegewebefibrillen, scheinen aber steifer und fester zu seyn, kräuseln sich nicht und lösen sich nicht in Essigsäure (Taf. II. Fig. 9). Zwischen ihnen liegen Zellenkerne, die auch zum Theil in die Fasern überzugehen scheinen.

b. Von demselben Baue, wie die Dura mater, ist die fibröse Haut, welche Bauch- und Brusthöhle scheidet und den transversalen, von der Wirbelsäule und den Rippen entspringenden Muskelbündeln zur Insertion dient, das Centrum tendineum des Zwerchfelles. Nach beiden Höhlen hin ist sie überzogen von einer Lage von schlafferem Bindegewebe, in welchem sich zahlreiche Gefäße verbreiten. Diese Schicht mit ihrem Epithelium stellt den serösen Ueberzug des Zwerchfelles dar; außerdem hängt sie an dem Hiatus oesophageus und dem Foramen quadrilaterum mit dem Bindegewebe, welches die durchtretenden Canäle einhüllt, und nach oben auch mit dem fibrösen Herzbeutel unzertrennlich zusammen.

c. Das Trommelfell und die Membrana tympani secundaria sind fibröse Häute, über welche sich an beiden Flächen die Oberhaut der Höhle wegzieht, der die Flächen zugekehrt sind.

d. Das Gewebe der Klappen in den Venen, Lymphgefäßen und dem Herzen hat mit dem Gewebe der fibrösen Häute die größte Aehnlichkeit; schon durch ihr glänzend weißes faseriges Ansehen und durch ihre mikroskopischen Eigenschaften. S. Gefäße.

e. Das Neurilem ist den übrigen fibrösen Theilen gleich gebildet und hängt an der Eintrittsstelle des Sehnerven ununter-

brochen mit der fibrösen Haut des Augapfels zusammen. Sein Gewebe unterscheidet sich vom Gewebe der Sehnen nur durch geringere Festigkeit und dadurch, daß es sich minder schroff von dem lockeren und formlosen Bindegewebe absetzt, welches einerseits die Interstitien, durch welche Nerven verlaufen, ausfüllt, andererseits auch zwischen die einzelnen, zum Nervenstrang verbundenen Bündel eindringt. Zwischen den Primitivbündeln des Neurilemes kommen die Kernfasern ungefähr in gleicher Zahl, wie zwischen den Bündeln der **Dura mater** vor.

f. Von den Fascien wurde bereits erwähnt, daß zwischen ihnen und den Schichten formlosen Bindegewebes, welches größere Muskelgruppen einhüllt, keine strenge Grenze bestehe. Wenn sich eine solche Schicht zur Fascia entwickelt, so lagern sich platte Bündel von fibröser Textur in dieselbe ein, und bilden entweder eine continuirliche fibröse Haut, wie an der vorderen und äußeren Seite des Oberschenkels und an der äußeren des Unterschenkels, oder sie ordnen sich in schmaleren, parallelen, oft einander durchkreuzenden Streifen, wie am Vorderarm. Oft kommen solche Streifen auch ganz zerstreut in Muskelscheiden aus formlosem Bindegewebe vor, z. B. am **Musc. deltoideus** und **glutaeus**. Einzelne Verstärkungen der Fascien werden als Bänder unterschieden, wie das **Lig. carpi commune**, das **Lig. cruris transversum** und **cruciatum**. Die Aponeurosen der Hohlhand und des Fußes sind Sehnenbinden, welche von der entsprechenden Muskellage durch fetthaltiges Bindegewebe geschieden sind. Durch die **Ligamenta intermuscularia** gehen die Fascien in die Beinhaut über; mit den Sehnen vieler Muskeln (**biceps, deltoideus, glutaeus maximus, tensor fasciae**) stehen sie in enger Verbindung, ja sie können selbst als Sehnen betrachtet werden; so ist z. B. die **Fascia** des **Rectus abdominis** nur die Sehne der schiefen Bauchmuskeln. Von ihrer inneren, den Muskeln zugekehrten Fläche gehen entweder Muskelfasern aus, oder Fasern von formlosem Bindegewebe, welche oft nur sparsam sind und so locker mit dem interstitiellen Bindegewebe der Muskeln zusammenhängen, daß die innere Fläche nach der Präparation fast glatt erscheint, wie an der Scheide des **Rectus abdominis**.

Häufig sind den Fascien, besonders denjenigen, welche sich mehr dem formlosen Bindegewebe nähern, Fasern von elastischem Gewebe beigemischt, worauf ich im Folgenden zurückkommen werde.

g. Unter den fibrösen Häuten zeichnet sich die Bein- und Knorpelhaut (Periosteum, Perichondrium) durch ihren großen Reichthum an Gefäßen aus. Um in möglichst feinen Aesten in die compacte Substanz der Knochenrinde einzudringen, verästeln sich die Blutgefäße erst auf das Mannichfaltigste innerhalb des festen Bindegewebes, welches die Knochen überzieht. Dieses Bindegewebe sammt den Gefäßramificationen stellt die Beinhaut dar. Mittelst der aus ihr in den Knochen eindringenden zahlreichen, feinen Gefäße ist sie an die Oberfläche des letzteren befestigt. Andererseits verweben sich mit ihr Sehnen, Fascien und Bänder. Wo Höhlen des Knochens von Fortsetzungen der Schleimhäute ausgekleidet werden, wie die Stirn-, Kiefer- und Paukenhöhle, ist das Bindegewebe der Beinhaut von dem der Schleimhaut nicht zu scheiden. Die Beinhaut ist viel reicher an Kernfasern, als die fibrösen Umstülpungshäute.

5. Die Tunica nervea (tunica vasculosa, tunica propria) des Darmcanales, der Gallenblase, Harnblase, des Nierenbeckens und der Ureteren und der Ausführungsgänge einiger anderer Drüsen. Mit dem Namen der Tunica nervea (in dem Sinne, wonach fibrae nerveae gleich Sehnenfasern) bezeichnete Willis die Bindegewebeschicht, welche am ganzen Darmcanale zwischen der Muskellage und der eigentlichen Schleimhaut sich befindet, in welche die ringförmigen Muskelfasern sich zum Theil zu verlieren scheinen, durch welche die Gefäße von der äußeren Fläche des Darmes fein verzweigt zur Schleimhaut treten. Sie besteht aus glänzend weißen, in den verschiedensten Richtungen einander durchkreuzenden Bindegewebebündeln, hängt nach außen mit dem interstitiellen Bindegewebe der Muskeln, nach innen mit dem Gewebe der Schleimhaut so zusammen, daß die Trennung derselben eigentlich eine rein künstliche ist. Deshalb ist es vielleicht kein Fehler, wenn man die Existenz dieser Membran ganz leugnet und sie als eine Lage von formlosem Bindegewebe betrachtet, welche das Ansehen einer Haut nur dadurch erhielt, daß sie zwischen zwei membranösen Schichten ausgebreitet ist. Erwägt man indeß, daß selbst die fibrösen Häute nicht genau abgegrenzt sind, erwägt man die relativ bedeutende Stärke, welche die Lage des Bindegewebes namentlich am Darmcanale hat, so dürfte gegen die Erhebung derselben zur Membran um so weniger einzuwenden seyn, wenn man dabei im Auge behält, daß alle fibrösen Membranen nur verdichteter Bindestoff sind.

Die Bündel der Tunica nervea haben nur feine Kernfasern, selten isolirte Kerne.

6. Die Tunica adventitia der Gefäße und der langen Ausführungsgänge der Drüsen, nach außen von der Ringfaserschicht derselben s. unten.

7. Die serösen Häute. Wir unterscheiden zwei Arten derselben. Die einen, die ich die ächten serösen Häute nenne, sind an ihrer freien Fläche mit einem Pflasterepithelium überzogen, den anderen, unächten, Membranae pseudoserosae, fehlt dieser Ueberzug. Alle dienen zur Begrenzung von Höhlen im Innern des Körpers, welche entweder leer und nur an den Wänden feucht oder mit größeren Quantitäten von Flüssigkeit erfüllt sind. Die meisten stellen vollkommen geschlossene Säcke dar.

a. Zu den unächten serösen Häuten oder Bälgen gehören die Schleimbeutel der Muskeln, der Sehnen und der Haut. Es sind einfache und dünnwandige, ringsum geschlossene Säcke, mit einer wässerigen oder auch zähen und schleimigen Flüssigkeit erfüllt, aus dichtem Bindegewebe gebildet. Man kann sie als Bindegewebezellen ansehen, welche theils durch Vernichtung von Zwischenwänden, theils durch Zusammendrängen derselben vergrößert sind. In der That findet man sie von Fäden und Blättchen, Spuren der Scheidewände, mitunter durchzogen. Sie kommen vor zwischen Muskeln und Knochen, wenn Muskeln über Knochenkanten hingleiten (z. B. am Musc. iliacus internus), zwischen Sehnen und Knochen, in dem Winkel, welchen das Insertionsende der Sehne mit dem Knochen bildet, und unter der Haut, wo diese über Knochenvorsprünge hinbewegt wird (Bursa mucosa olecrani, patellae)[1]. Zuweilen hängt die Höhle der Schleimbeutel mit der Höhle eines Gelenkes zusammen und vielleicht setzt sich alsdann das Epithelium des Gelenkes in den Schleimbeutel fort.

b. Die wahren serösen Säcke haben größtentheils einen complicirten Verlauf. Um die Beschreibung derselben, wie sie heutzutage vorgetragen wird, zu verstehen, ist es nöthig etwas weiter auszuholen.

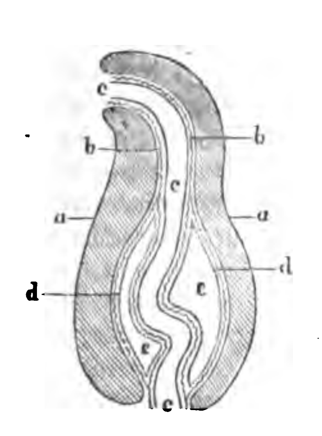
Im Innern des Körpers befinden sich geschlossene Höhlen, in welchen Organe liegen, die ihre Lage gegeneinander und gegen die Wände der Höhle verändern. Es sind sowohl die Wände nach

[1] Schreger, De bursis mucosis subcutaneis. Erl. 1825. fol.

innen, wie die Organe an ihrer Außenfläche glatt und feucht und mit einer Lage von Epitheliumzellen bekleidet. Da die Höhle geschlossen ist, so hängt die Epitheliumlage der Organe mit der Epitheliumlage der Wände continuirlich zusammen und beide bilden einen einfachen, in sich geschlossenen Ueberzug. Der Ueberzug ist für das bloße Auge charakteristisch durch seine Glätte, seinen Glanz, auch durch eine eigenthümliche Art der Absonderung, wovon später die Rede seyn wird und welche vorläufig seröse Absonderung genannt werden möge. An den einfachsten Höhlen, z. B. in einem



Gelenk, läßt sich daher der Ueberzug verfolgen, es läßt sich nachweisen, wie er den Knorpel a verläßt, um an die Innenfläche der fibrösen Kapsel b zu treten. So auch geht er an der Stelle, wo ein bisher durch formloses Bindegewebe ringsum befestigtes Eingeweide, z. B. ein Darm, in eine geschlossene Höhle des Körpers eintritt, von der Außenfläche des Darmes auf die Innenfläche der Körperwand über. Es stelle in dem hierneben gezeichneten Durchschnitt a die Körperwand, c den Darm vor, so sind beide am Anfang und Ende durch formloses Bindegewebe b b aneinander geheftet; in der Mitte aber, wo der Darm in die Höhle tritt, sind beide von dem charakteristischen Epithelium (d) bedeckt, welches oben und unten von einem Gebilde auf das andere übergehend gedacht werden kann. Dabei mag, wie es hier angedeutet wurde, auch unter dem Epithelium sowohl über die Körperwand, wie über den Darm eine Schicht Bindegewebe sich fortsetzen. In beiden Schichten sind Capillargefäße enthalten, die an den Stellen, wo sich die Bindegewebeschicht in zwei Blätter theilt, untereinander zusammenhängen.

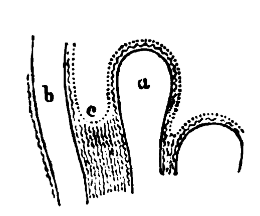


Die Continuität des Epitheliumüberzuges hätte indeß zu der Annahme einer eigenthümlichen die Höhle auskleidenden Haut um so weniger Anlaß gegeben, als derselbe bis in die neueste Zeit sich der Beobachtung entzogen hatte. Eher konnte schon die Continuität der

Capillargefäße darauf führen, wenn man eine Membran als Träger des membranartig ausgebreiteten Capillarnetzes ansah und fand, daß dieses Netz von den Wänden auf die Oberfläche der Organe überging. Um die Existenz einer geschlossenen Synovialkapsel und die Fortsetzung derselben von der fibrösen Gelenkkapsel auf die Gelenkknorpel zu statuiren, war es hinreichend, daß von der Innenfläche der ersteren Blutgefäße auf die Oberfläche der letzteren übertreten, wie dies bei jungen Thieren oft sehr schön zu sehen ist.

Einen factischen Beweis für die Selbstständigkeit der serösen Hüllen fand man aber an gewissen Stellen, wo die seröse Haut frei zwischen den Wänden und Organen, oder zwischen verschiedenen Organen oder endlich über Vertiefungen der Organe selbst ausgespannt schien. Dies geschieht auf folgende Weise:

1. Räume zwischen den Organen oder Vertiefungen an der Oberfläche derselben werden von größeren Massen formlosen Bindegewebes ausgefüllt, welches sich gegen die freie Oberfläche hin allmählig verdichtet. Ueber dieses Bindegewebe setzt sich das Epithelium fort. Auf diese Art spannt sich z. B. zwischen Uterus (a) und Mastdarm (b) ein Bindegewebe (c), welches an der freien Oberfläche ganz so, wie die freie Oberfläche des Uterus und des Mastdarmes überzogen, als selbstständige Falte herausgeschnitten und als eine Membran aufgefaßt werden kann, die hinten mit der Muskelhaut des Mastdarmes, vorn mit der Substanz des Uterus untrennbar verwächst.



So ist es am Gehirn, wo die Arachnoidea brückenartig über die Furchen weggehen soll. Die Furche selbst wird von lockerem Bindegewebe ausgefüllt, dessen obere Schicht sich nebst Epithelium leicht, obgleich immer nur künstlich trennen läßt, während die untere als Pia mater sitzen bleibt; an den Erhabenheiten der Windungen dagegen ist die Bindegewebeschicht eben so fest in sich, wie mit dem Gehirn und mit der Oberhaut verbunden. Auf dieselbe Weise bildet sich das sogenannte äußere Blatt der Arachnoidea des Rückenmarkes; es ist eine Lage von dichtem Bindegewebe, durch sehr feines und lockeres Bindegewebe mit der inneren Fläche der Dura mater verbunden und daher sehr leicht von derselben trennbar, innen, an der [illegible]marke oder vielmehr dem inneren Blatte der Arachnoidea [illegible]e mit Epithelium bedeckt.

2. Größere Gefäß- und Nervenstämme verlaufen durch die Höhle von den Wänden zu den Organen und umgekehrt. Auch diese erhalten einen Epitheliumüberzug. In gewissen Fällen geht jeder Gefäß- und Nervenstamm für sich allein von der Höhlenwand zum Eingeweide, jeder wird daher ringsum von Epithelium, wohl auch von Bindegewebe bekleidet, und denkt man sich das Epithelium in solchem Falle isolirt, so würde der Ueberzug der Wand und der des Organs jeder einen Sack bilden, von denen der eine innerhalb des anderen steckte, und beide Säcke wären verbunden durch hohle Cylinder, in deren Höhle die Gefäß- und Nervenstämme lägen. So ist es gewöhnlich bei der Arachnoidea des Gehirn- und Rückenmarkes, und hier ist demnach die seröse Haut, soweit sie den Organen selber fest adhärirt, nicht darstellbar und wird nur der Analogie nach supponirt. Häufiger aber sind die Gefäß- und Nervenstämme unter sich durch Bindegewebe verbunden, die Maschen zwischen den Anastomosen von Bindegewebe ausgefüllt und so entstehen zwischen den Körperwänden, von denen die Gefäße ausgehen, und den Organen, zu welchen sie treten, membranöse, gefäßreiche Platten, Mesenterien, die an beiden Flächen von Oberhaut bedeckt werden; auf dieselbe Weise bilden sich die serösen Bänder z. B. des Bauchfelles (wozu auch das große Netz gehört) zwischen den Organen, wenn Gefäße und Bindegewebe von einem zum anderen übergehen. Auch in der Hirn- und Rückenmarkshöhle kommen auf diese Art freie Falten der serösen Haut vor, wenn zufällig einige Gefäß- oder Nervenstämme durch Bindegewebe zusammenhängen und demnach das Epithelium nicht die einzelnen Stämme ringsum überzieht, sondern sich von einem zum anderen über das dazwischen ausgespannte Bindegewebe wegschlägt[1]. Das Ligamentum denticulatum

1 Solche Brücken der Arachnoidea über einzelne Nerven habe ich schon vor langer Zeit häufig gesehen, namentlich bei jungen Thieren und zwischen den letzten Hirn- und den Rückenmarksnerven, auch einmal über die beiden Geruchsnerven ausgespannt. Nach den damals herrschenden Begriffen von den serösen Häuten mußte dies auf die Vermuthung führen, daß die Arachnoidea nicht ein einfacher seröser Sack sey, sondern aus zwei Säcken bestehe, von welchen der eine über, der andere unter den Nervenursprüngen liege, so daß jeder die Schädelhöhle innen überziehe und an der Austrittsstelle der Nerven sich auf diese und von diesen auf das Centralorgan herüberschlage. Auf diese Art wären die Brücken zwischen den Nerven von zwei aneinanderliegenden Platten gebildet, welche an den Nerven auseinanderweichen, um diese oben und unten, im Rückenmarke vorn und hinten zu überziehen. Da indeß diese Brücken keines-

des Rückenmarkes darf man als die stehen gebliebenen fibrösen Verstärkungsfasern einer Bindegewebeschicht betrachten, welche die Gefäße und Nervenwurzeln umgebend, zwischen denselben ausgespannt gedacht werden kann, vielleicht in früheren Lebensperioden wirklich ausgespannt war.

An den Brücken, Falten und Netzen fand sich also Gelegenheit, die Eigenthümlichkeiten der serösen Häute zu studiren und was hier sich ergab, wurde auf sämmtliche seröse Ueberzüge übertragen. Aus der Untersuchung der freien Stellen wurde geschlossen, daß die serösen Häute aus Gefäßramificationen und Bindegewebe gebildet seyen, das man unrichtigerweise für ein eigenthümlich modificirtes erklärte, daß sie eine äußere, durch Bindegewebe angeheftete, und eine innere, der Höhle zugewandte, glatte Oberfläche haben. An den Netzen, wo die Bindegewebeausbreitung nach beiden Seiten hin glatt ist, nahm man an, daß zwei Blätter mit den äußeren Flächen aneinanderliegen und untrennbar verbunden seyen und daß zwischen beiden Blättern die größeren Gefäße verlaufen. Dieselbe Structur konnte man auch an vielen angewachsenen serösen Häuten nachweisen, denn wenn ein nicht allzufestes Bindegewebe die innerste Lage der Körperwände bildet, wie an der vorderen Bauchwand, über den Muskeln des Beckens u. s. f., oder wenn über der Oberfläche drüsiger Organe das interstitielle lockere Bindegewebe sich zu einer continuirlichen Schicht verbreitet, wie an der Leber, so kann auch dieses Bindegewebe (sammt Oberhaut) als eine Membran abgezogen werden. Wo aber von den Körperwänden oder Organen keine Membran abzulösen ist und die Oberhaut unmittelbar auf dem festen und gleichförmigen Gewebe der fibrösen Häute oder dem Parenchym der Organe selbst befestigt ist, da sollte die seröse Haut mit der fibrösen oder der Substanz der Organe unzertrennlich verwachsen seyn. Gegen die supponirte Verschmelzung einer serösen mit einer fibrösen Haut würde nichts einzuwenden seyn, da die Formelemente beider dieselben sind. Wie aber, wenn das Epithelium einer sogenannten serösen Haut auf anderem, als Bindegewebe ruht, an der hinteren Fläche der Cornea und in den Ventrikeln des Gehirnes, wo die flimmernden Epitheliumcylinder unmittelbar der

wegs constant waren, auch die am Boden des Gehirnes eintretenden Gefäße der eben ausgesprochenen Ansicht widersprachen, so gab ich sie auf, ohne daß ich damals im Stande gewesen wäre, mir die Erscheinung zu erklären.

Nervensubstanz aufsitzen? Allerdings ist die Epitheliumschicht das Charakteristische der serösen Häute. Von ihr rühren die wichtigsten Eigenschaften der letzteren her, die eben in der eigenthümlichen Beschaffenheit der freien Oberfläche beruhen. Diese Schicht setzt sich auch in der That untrennbar über die Flächen fort, mit welchen die seröse Haut als unzertrennlich verbunden angesehen wird; aber wenn die frei angespannten Partien seröser Häute gleichsam als Muster derselben gelten sollen, so ist auch das Bindegewebe ein wesentlicher Bestandtheil, indem es das Verhalten der Gefäße und die physiologischen und pathologischen Eigenschaften der serösen Häute bestimmt. Es wird also am richtigsten seyn, die serösen Häute nach Art der äußeren Haut und der Schleimhäute als zusammengesetzte zu betrachten und zwar zusammengesetzt aus einem Epithelium und einer Bindegewebeschicht, von welchen keine fehlen darf. Das Epithelium der Cornea (Membrana Demoursii), das Flimmerepithelium der Hirnventrikel sind demnach von den serösen Häuten auszuschließen. Die Bindegewebeschicht unterscheidet sich in der Regel, so weit sie der serösen Haut angehört, von dem lockeren (subserösen) Bindegewebe durch eine regelmäßigere Anordnung der Fasern, so daß sie sich dem fibrösen Gewebe nähert und, wie gesagt, in dasselbe übergehen kann. Die dünnsten Partien derselben in freien Theilen der Arachnoidea des Gehirnes bestehen aus ziemlich parallelen, häufig anastomosirenden Bündeln, welche daher ein Netzwerk mit länglich rhomboidalen Maschen darstellen und sich übrigens verhalten wie formloses Bindegewebe. Wo die Arachnoidea fester ist und an den serösen Häuten der Brust und des Bauches u. a. liegen die Fasern dicht nebeneinander in mehreren Schichten und die Fasern einer Schicht kreuzen sich oft im rechten Winkel mit denen der folgenden. Eigenthümlich ist auch manchen serösen Häuten die große Menge von Kernfasern, welche oft an der inneren Oberfläche derselben zu einer continuirlichen Schicht zusammentreten und sich auch in ihren mikroskopischen Eigenschaften so sehr dem elastischen Gewebe nähern, daß man sie wohl für eine besondere, zwischen Epithelium und Bindegewebe ausgebreitete elastische Membran ansehen dürfte.

Man möge aber nicht aus dem Auge verlieren, daß die Trennung der serösen Haut vom subserösen Gewebe immer eine künstliche ist, welche nur der anatomischen Beschreibungen wegen nicht umgangen werden kann. Die einzige Ausnahme machen die serösen

Ueberzüge der Gelenkknorpel, deren Bindegewebschicht streng abgegrenzt zwischen dem Epithelium und dem Knorpelgewebe liegt.

Viele Controverspunkte in der Anatomie der serösen Häute finden durch diese Darstellung theils ihre Erledigung, theils verlieren sie die Wichtigkeit, welche ihnen im Interesse gewisser dogmatischer Principien zukam. Rudolphi's viel bekämpfte Ansicht, daß die serösen Häute gefäßlos seyen und die denselben zugeschriebenen Gefäße sich in dem subserösen Bindegewebe befinden[1], würde die richtige seyn, wenn man das Epithelium allein als seröse Haut erklärte, woran Rudolphi freilich nicht gedacht hat.

Anlangend den streitigen Verlauf mancher serösen Häute, so hat das Bestreben, dieselben überall als geschlossene Säcke darzustellen, viele unbegründete Behauptungen hervorgebracht. Fand sich an irgend einer Stelle einer geschlossenen Höhle ein Epithelium oder eine Lage Bindegewebe, welche einer serösen Haut glichen, so mußte dies sogleich Theil eines serösen Sackes seyn. Man erinnere sich der mannichfaltigen serösen Säcke in den Augenkammern, der verschiedenartigen Beschreibungen der Arachnoidea und ihrer Fortsetzungen in die Hirnhöhlen u. s. f. Da die seröse Oberhaut meistens bewegliche, in geschlossenen Höhlen aufgehängte Theile überzieht, so wird sie in der Regel, wie bereits oben nachgewiesen wurde, einen geschlossenen Sack bilden. Sie hört aber nicht auf, seröse Haut zu seyn, wenn der Sack an einer oder der anderen Stelle sich nach außen öffnet, wie dies bekanntlich mit dem Bauchfellsacke an der inneren Mündung der Tuben beim Weibe der Fall ist. So wie aber das Geschlossenseyn nicht wesentlicher Charakter seröser Häute ist, so muß auch nicht jede geschlossene Höhle von seröser Membran ausgekleidet seyn, selbst wenn sie mit Serum erfüllt wäre. Den Schleimbeuteln fehlt, wie erwähnt, die Oberhaut, und in den Augenkammern hat die hintere Fläche der Cornea ein Epithelium ohne Bindegewebe, die vordere Fläche der Iris Bindegewebe ohne Epithelium und auf dem Pigmente der Uvea und der vorderen Wand der Linsenkapsel fehlt beides. Ob diese oder jene Fläche mit einer serösen Haut bekleidet sey, kann nicht mehr Gegenstand von Vermuthungen und Argumentationen seyn. Beide Schichten derselben können, wo sie vorkommen, mikroskopisch demonstrirt werden[2].

[1] Grundriß der Physiol. I, 101.

[2] Aus der Betrachtung des anatomischen Baues der serösen Häute erklärt

Zu den serösen Häuten gehören, nach den hier angegebenen Bestimmungen, die Synovialkapseln, die Pleura, der Herzbeutel, das Bauchfell, die Scheidenhaut des Hoden, die Arachnoidea des Gehirnes und Rückenmarkes[1]. Auch die Plexus choroidei haben einen Ueberzug von eigenthümlich geformten Epitheliumzellen, welche man mit der obersten Bindegewebeschicht der Plexus als einen serösen Ueberzug derselben ansehen kann. Dieser steht aber mit der Arachnoidea nicht in unmittelbarer Verbindung, denn über die kleine Hirnspalte ist die Arachnoidea deutlich wie eine Brücke ausgespannt und an der großen Hirnspalte geht das Epithelium von der Oberfläche des Gehirnes auf die Vena magna Galeni über und mit dieser zu der Dura mater. Die Hirnspalte selbst wird von Bindegewebe ausgefüllt, welches auch die aus- und eintretenden Gefäße eng umgiebt, wie eine Umhüllungshaut derselben, und erst da wieder Epithelium erhält, wo die Gefäße, mit ihren Ramificationen zum Plexus choroideus verbunden, frei im Innern der Ventrikel verlaufen.

Das Epithelium der serösen Häute ist in der Regel pflasterförmig, bald in einfacher, bald in mehrfacher Schicht, s. oben. Nur auf der äußeren Fläche der Fimbrien an den Tuben besteht es aus cilientragenden Cylindern, wie die Oberhaut der Genitalschleimhaut selbst[2], und hier geht auch die seröse Haut in Schleimhaut all-

sich die pathologische Thatsache, daß die einzelnen Theile derselben in viel genauerer Sympathie mit den Organen stehen, die sie überziehen, als unter sich. Indem eine seröse Haut von lockerem Bindegewebe auf eine fibröse Haut oder einen Knorpel übergeht, ändert sie auch ihren anatomischen Charakter; dort ist sie reich, hier arm an Gefäßen und Nerven. Daher die auffallenden Verschiedenheiten im Verhalten der Synovialhaut, wo sie die Kapsel und wo sie den Knorpel überzieht. Dort kann sie entzündet und verdickt seyn, während sie hier ihr normales Ansehen unverändert erhält.

1 Die von Arnold angenommene Arachnoidea des Auges (das Auge des Menschen. S. 33), welche die äußere Fläche der Choroidea und die innere der Sklerotika überziehen soll, existirt nicht. Zwischen beiden verlaufen zahlreiche Bindegewebebündel, welche bei Thieren sehr fest und stark sind, beim Menschen aber, wenigstens zu der Zeit, wo die Augen untersucht werden können, zart und locker. In dem Bindegewebe liegen Pigmentzellen und Zellen unreifen Bindegewebes, welche auch mich früher verleiteten, Arnold's Ansicht beizutreten (Müll. Archiv. 1838. S. 116).

2 Bei niederen Thieren kommt auch auf anderen serösen Häuten Flimmerepithelium vor.

mählig über. So verschieden auch die entwickelteren, drüsenhaltigen Schleimhäute dem Ansehen nach von serösen Häuten sind, so giebt es doch, wie sich später zeigen wird, auch an anderen Stellen intermediäre den serösen Häuten nah verwandte Formen von Schleimhäuten, z. B. die Schleimhaut der Paukenhöhle. Der wesentliche Unterschied beruht zuletzt in dem anatomischen Verlauf, indem die Schleimhäute an der Oberfläche des Körpers nach außen münden, seröse Häute geschlossen sind. Daß aber auch dieses Merkmal den serösen Häuten fehlen könne und somit eine streng systematische Trennung unmöglich ist, ergiebt sich aus dem Vorhergehenden.

8. Die Gefäßhäute des Gehirnes und Auges, **Pia mater** und **Choroidea**. Das Eigenthümliche dieser Häute ist, wie es schon ihr Name zu erkennen giebt, der große Reichthum an Gefäßen, und wenn sonst die Blutgefäße des Bindegewebes wegen da zu seyn scheinen, so ist hier vielmehr das Bindegewebe der Gefäße wegen vorhanden und dient nur, eine flächenhafte Ausbreitung derselben zu tragen und zu befestigen. Die Gefäße sind nicht der Ernährung der Membranen selbst, in welchen sie sich verbreiten, sondern anderer Organe bestimmt, an deren Oberfläche sie verlaufen. Von den beiden genannten Häuten gleicht aber die **Pia mater** mehr der Beinhaut, indem in ihr die Gefäße sich aufs Feinste vertheilen, um in capillaren Stämmchen von der Oberfläche der Centralorgane ins Innere derselben einzudringen; die Choroidea gleicht der Cutis, sie trägt die ganze Gefäßausbreitung allein, kein Stämmchen tritt über ihre Fläche hinaus, und so verhält sie sich in demselben Sinne als Matrix zum schwarzen Pigmente, wie die Cutis zur Epidermis. Die Pia mater hängt daher mit dem Gehirn durch Gefäße unzertrennlich zusammen, die Choroidea ist mit dem Pigmente nur verklebt und wird durch Maceration von ihm getrennt. Beide unterscheiden sich auch durch ihre Structur, indem die **Pia mater** aus einzelnen Bündeln locker gewebt sich dem formlosen Bindegewebe nähert, die Choroidea dagegen eine dichte, feste und glatte Membran darstellt.

Aus demselben Gesichtspunkte wie die Gefäßhäute sind auch die Plexus zu beurtheilen, welche mit denselben in Verbindung stehen, im Gehirn die **Plexus choroidei**, im Auge die **Processus ciliares**, nur daß hier die Gefäße noch mehr über die verbindende Substanz das Uebergewicht haben. Die Gefäßhäute sind Gefäßaus-

breitungen, welche die Oberfläche einhüllen, die Plexus compacte Gefäßknäuel, welche in Höhlen eindringen. Von den letzteren wird bei der Beschreibung der Blutgefäße ausführlicher die Rede seyn.

Nach der Beschreibung der einzelnen, aus geformtem und nicht contractilem Bindegewebe gebildeten Organe ist noch Einiges über die Gefäße und Nerven derselben im Allgemeinen nachzutragen. Sieht man ab von den ebenerwähnten Fällen, wo das Bindegewebe Träger von Gefäßen für andere Organe ist, so ist die Zahl der Gefäße niemals sehr bedeutend und ziemlich im umgekehrten Verhältniß zu der Festigkeit der Gebilde. Sie sind am sparsamsten in den Sehnen und fibrösen Häuten, zahlreicher in den serösen Häuten, am reichlichsten in der Tunica nervea, die sich aber auch der physiologischen Bedeutung nach schon den Gefäßhäuten nähert. So ist auch der mit der fibrösen Gelenkkapsel verbundene Theil der Synovialhaut gefäßreicher als derjenige, welcher den Knorpel überzieht, und beim Erwachsenen scheinen dem letzteren die Blutgefäße gänzlich zu fehlen. In den Sehnen verlaufen sie im lockeren Bindegewebe zwischen den Bündeln. In der Dura mater hauptsächlich an der äußeren Seite, welche Beinhaut des Schädels ist. Ueber die Formen der Blutgefäßnetze s. den Abschnitt vom Capillarsystem. Auch wegen der Lymphgefäße muß ich auf den betreffenden Abschnitt verweisen.

Unter den hier zusammengestellten Gebilden sind die Sehnen ganz unempfindlich, auch hat Niemand Nerven wahrgenommen. An einigen fibrösen Häuten sind Nerven nachgewiesen, doch auch von ihnen ist es zweifelhaft, ob sie in der Substanz derselben enden. In der Dura mater sind es Aeste von N. trochlearis, oft in Verbindung mit einem bedeutenden Zweige vom Plexus caroticus, welche zwischen den Platten der harten Hirnhaut in derjenigen Falte derselben verlaufen, die vom Processus clinoideus posterior zur Spitze des Felsenbeines hinübergespannt ist, und gegen den Sinus transversus fortgehen [1]. Nach Arnold verlieren sie sich in der inneren Haut dieses Blutleiters [2]. Ziemlich bedeutende Nerven treten zu den fibrösen Gelenkkapseln, namentlich des Kniees, ihre endliche Verbreitung aber ist noch unbekannt. In der Beinhaut sind sie zweifel-

1 Bidder, Neurolog. Beobachtungen. Dorp 1836. S. 9 ff.

2 Kopftheil d. veget. Nervensystems. Heidelb. 1831. S. 200.

haft. Nach Fontana[1] gehen vom muskulösen Theile des Zwerchfelles Nerven in den sehnigen über, ohne sich in demselben weiter zu verbreiten (?). In keinem Falle kann aber die Zahl der Nerven in den fibrösen Theilen bedeutend seyn, dafür spricht schon die Unempfindlichkeit dieser Theile. In die Choroidea sollen, wie Krause[2] angiebt, Aestchen der Ciliarnerven eindringen, zum Theil aber durch dieselbe zur Retina treten. Allen übrigen Beobachtern zufolge gehen die Ciliarnerven unverzweigt bis zum Ligamentum ciliare. Daß die Tunica nervea des Darmes von den Nerven durchbohrt werden müsse, die sich zur Schleimhaut begeben, versteht sich von selbst.

Wie die Nerven sich auf serösen Häuten verhalten (es ist hier nicht die Rede von den Stämmen, die zwischen serösen Platten zu anderen Organen verlaufen), ist ebenfalls noch nicht durch Beobachtung aufgeklärt. Nach Haller und Bichat erregt die Verletzung gesunder seröser Häute keinen Schmerz, andere Thatsachen machen es indeß wahrscheinlich, daß die Nerven sich auf der Oberfläche seröser Häute in ähnlicher Weise verbreiten, wie auf der äußeren Haut und auf Schleimhäuten, und sogar in größerer Zahl als auf den meisten der letzteren. Bekanntlich ist die Entzündung seröser Häute, z. B. des Bauchfelles, der Pleura, viel schmerzhafter, als die der entsprechenden Schleimhäute, des Darmes, der Lungen, und es treten auch Reflexbewegungen leichter ein nach oberflächlicher Reizung der serösen, als der Schleimhaut des Darmes[3].

II. Das geformte, contractile Bindegewebe unterscheidet sich von dem nicht contractilen nur durch die Fähigkeit, sich auf Reize zusammenzuziehen. Contractile, aus Bindegewebe gebildete Theile sind:

1. Die äußere Haut. Zerlegt man das feste, weiße Gewebe, welches nach Entfernung der Epidermis und möglichst vollständiger Befreiung vom lockeren subcutanen Bindegewebe übrig bleibt, um es mikroskopisch zu betrachten, so sieht man, daß es der Hauptmasse nach aus vielfältig durchkreuzten Bindegewebebündeln besteht; da indeß auch viele andere Elemente, Haarbälge, Drüsen, Nerven und Gefäße zur Bildung der Cutis wesentlich beitragen,

[1] Viperngift. S. 383.

[2] Anat. I, 412.

[3] S. meine pathol. Untersf. S. 94.

so wird die genauere Beschreibung derselben, als eines zusammengesetzten Gebildes, erst später möglich seyn. Ob auch das Gewebe der Schleimhäute hieher zu rechnen sey, lasse ich unentschieden. Von den Anfängen mancher Schleimhauttractus möchte man es wegen ihrer Aehnlichkeit und ihres unmittelbaren Zusammenhanges mit der Cutis vermuthen; bei anderen, z. B. solchen, die ohne Falten zu bilden an Knochen angeheftet sind, ist dagegen an eine Contractilität nicht wohl zu denken. Auch ist, wie sich später zeigen wird, das Bindegewebe nicht das einzige, vielleicht nicht einmal das wesentliche Element der Schleimhäute.

2. Die Tunica dartos, welche der vorderen Fläche des Hodensackes dicht adhärirt und sich durch den, im Ganzen longitudinalen Verlauf der Bindegewebebündel auszeichnet. Die Anastomosen der Bündel (es sind hier immer nur secundäre Bündel gemeint, denn die primitiven anastomosiren nirgends) fehlen aber auch hier nicht, und so zeigt sich bei genauerer Betrachtung ein Netzwerk von langgezogenen, rhomboidalen Maschen, deren längster Durchmesser senkrecht auf die queren Falten des gekräuselten Scrotums steht. Das Gewebe der Tunica dartos erscheint schon dem bloßen Auge faserig; vor anderem Bindegewebe zeichnet es sich aus durch seine röthliche Farbe, die es der Menge von Blutgefäßen verdankt. Aehnliches Bindegewebe kommt auch unter der äußeren Haut des Penis vor; das Septum scroti besteht aus gewöhnlichem, wie fibrösem Bindegewebe. Nach innen geht die Tunica dartos in sehr lockeres Bindegewebe über.

3. Das Balkengewebe der Corpora cavernosa des Penis (der Urethra und Klitoris?), vielleicht auch in geringerem Grade die fibröse Scheide derselben. Von der inneren Fläche der letzteren aus gehen ins Innere der cavernösen Körper theils starke, weißglänzende, fibröse Fortsätze, theils feine Blättchen und cylindrische Fäden, vielfach untereinander anastomosirend, deren jedes in seinem Innern ein Blutgefäß enthält. Die Blättchen und Fäden bestehen aus Bindegewebebündeln. Durch die Blättchen und Fäden werden zellige Räume begrenzt, die zwar alle miteinander zusammenhängen, aber um so vollkommener von einander abgeschlossen sind, je breiter die Blättchen. Im Corpus cavernosum urethrae, im hinteren Theile des C. cavernosum penis und weiter nach vorn an den Seitenwänden finden sich mehr Blättchen, von sehr verschiedener Stärke, als Balken. In dem mittleren Theile des Corpus

cavernosum penis dagegen, um die Arteria profunda, sieht man fast nichts Anderes, als feine Bälkchen, so daß das Ganze mehr das Ansehen einer einzigen, von Fäden durchzogenen Höhle erhält.

Uebrigens verhalten sich die Bündel des Bindegewebes in den genannten Theilen, wie im lockeren Bindegewebe. In der Cutis sind die Kernfasern am zahlreichsten, mitunter auch ungewöhnlich stark und verlaufen meist zwischen den Bündeln, selten um dieselben. In den kleinsten Balken des Penis sieht man häufig noch discrete Kerne, in den größeren kommen Kernfasern und häufige Uebergänge zwischen Kernen und Fasern vor.

4. Das contractile Gewebe der Längs- und Ringfaserhaut der Venen und Lymphgefäße. Ich ziehe es vor, dasselbe im Zusammenhange mit den übrigen Häuten der Gefäße später abzuhandeln.

Physiologie.

Die Zusammenziehung des Bindegewebes der Tunica dartos äußert sich durch das Ansehen der Haut des Hodensackes. Da die Bündel des contractilen Gewebes longitudinal nebeneinander verlaufen, so legt sich die Haut in transversale Falten; zugleich aber wird sie dichter, fester und verkürzt sich gleichsam in sich selbst durch die Zusammenziehung der Bündel, welche der Haut unmittelbar eingewebt sind und sich in jeder Richtung durchkreuzen. Diese letzte Art der Contraction zeigt die äußere Haut auf der übrigen Körperoberfläche. Dabei sinkt sie ein und die Mündungen der Haarbälge, welche bei turgescirender Haut vertieft sind, erscheinen auf Hervorragungen, weil die Haare nicht so leicht zurückweichen und die Substanz der Cutis um den Ausführungsgang und dieser um das Haar stärker befestigt ist. Dieses Ansehen der Haut ist unter dem Namen der Gänsehaut bekannt. Die Haarbälge können durch die Zusammenziehung des ganzen Hautgewebes auch ihre schiefe Direction einigermaßen ändern und dadurch das Haar sich aufrichten, sträuben. Die Brustwarzen bestehen aus derselben contractilen Substanz, welche in der Ruhe flach ausgebreitet liegt, auf Reizung aber von der Spitze aus sich zusammenzieht und daher cylindrisch und allmählig mehr vorragend wird. Durch die Contraction des Balkengewebes der Corpora cavernosa schrumpft der Penis ein,

das Blut wird aus seinen Maschenräumen gedrängt; er wird daher zugleich härter und fester, an der Eichel blasser.

Die Irritabilität des Bindegewebes unterscheidet sich von der der Muskeln durch den Modus der Contraction und durch das Verhalten gegen Reize. Die Contraction tritt nur allmählig ein, noch langsamer als bei den unwillkürlichen Muskeln, und dauert alsdann länger als bei diesen. Sie ist weder momentan, wie bei den Muskeln des Stammes, noch rhythmisch und peristaltisch fortschreitend, wie bei den Muskeln der Eingeweide, doch breitet sie sich leicht, auch wenn sie von außen veranlaßt ist, über große Strecken aus. Sehr eigenthümlich verhält sich das contractile Bindegewebe darin, daß es nicht willkürlich und nicht durch directe Reizung zur Aeußerung seiner Thätigkeit veranlaßt wird, sondern nur entweder sympathisch durch Aenderung des Erregungszustandes von sensibeln, vielleicht auch durch Reizung eigentlicher Muskelnerven, oder durch allgemeine Zustände der Centralorgane. Die **Tunica dartos** reagirt nicht auf Galvanismus, nicht auf mechanische Reizung, dagegen auf Kitzeln der äußeren Haut des Scrotum, auf Application von Kälte auf die Haut. Sie zieht sich zusammen bei heftigem Stuhl- oder Harndrange, entweder in Folge der Reizung der Empfindungsnerven des Mastdarmes und der Blase oder sympathisch mit den Sphinkteren dieser Theile, wie auch unwillkürliche Muskeln sich mit willkürlichen sympathisch associiren. Gänsehaut, Erheben der Brustwarzen u. s. w. tritt ein in der Kälte, auf widerliche Gehöreindrücke u. s. f. Zu den allgemeinen Zuständen, welche vom Rückenmarke aus den Tonus des Bindegewebes erhöhen, gehört namentlich Furcht nnd Schrecken, und hier verbindet sich die Contraction der Haut entweder mit Krampf, oder mit Lähmung anderer, willkürlicher und unwillkürlicher Muskeln.

Von anderen Affecten und durch äußere Anwendung der Wärme wird das Bindegewebe erschlafft, was am deutlichsten an der Haut des Hodensackes hervortritt. Diese wird alsdann vollkommen glatt und unfähig das Gewicht der Hoden zu tragen und sie, ihrer Bestimmung gemäß, zu unterstützen. Erschlaffung des Bindegewebes tritt auch in gewissen lähmungsartigen und Schwächezuständen ein, gleichzeitig mit allgemeiner Muskelschwäche, ein Beweis mehr, daß der normale Tonus des Bindegewebes nicht die Folge einer blos physikalischen Elasticität ist. Die **Corpora cavernosa** erschlaffen nach Durchschneidung der **Nervi dorsales penis**, so daß bei Pferden

die Ruthe blutreicher wird und aus dem Schlauche hervortritt, ohne zur Erection fähig zu seyn [1].

Daß die Zusammenziehungen des Bindegewebes, gleich denen der Muskeln, vom Nervensysteme abhängen, geht aus den eben angegebenen Thatsachen hervor. Auch fehlt es nicht an Nerven, die zur Haut und zur Tunica dartos treten. Ob aber diese oder welche derselben dem Bindegewebe angehören, wie sie sich in demselben ausbreiten, wie sie mit anderen motorischen und mit den Empfindungsnerven in Verbindung stehen, ist factisch noch nicht ermittelt; was sich darüber vermuthen läßt, werde ich beim Nervensysteme mittheilen.

Ueber die erste Entstehung des Bindegewebes hat Schwann Folgendes angegeben [2]: In einer gallertartigen Substanz, dem Cytoblastem des Bindegewebes, bilden sich Zellen in immer größerer Zahl, und je mehr die Menge derselben zunimmt, um so weißer wird die Masse. Schwann unterscheidet drei Arten von Zellen, von welchen nur die erste, die auch am frühesten auftritt, allgemein sey und zur Bildung des eigentlichen Bindegewebes verwandt werde. Die zweite Art wird zu Fettzellen, die weitere Entwickelung der dritten ist unbekannt.

Die eigentlichen Bindegewebezellen zeigten sich zuerst als körnige Kügelchen mit einem Kerne, in welchem ein oder zwei Kernkörperchen wahrgenommen wurden. Daß sich diese Zellen um den präexistirenden Kern bilden, ist wahrscheinlich, da man nie Zellen ohne Kern, aber viele Kerne ohne Zelle sieht. Diese Zellen spitzen sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen, selten nach mehreren Seiten zu und verlängern sich in blasse, feinkörnige Fasern, deren Verlauf im Allgemeinen gerade ist. In diesem Stadium stelle also die Bindegewebezelle ein spindelförmiges Körperchen dar, dessen mittlere Anschwellung den Zellenkern weiter oder enger umgebe und oft demselben so genau anliege, daß die Fasern unmittelbar vom Kerne auszugehen scheinen. Viele seyen seitlich abgeplattet, wie man beim Rollen derselben sehe. Die Fasern geben oft Aeste ab, und verlieren sich zuletzt in ein Büschel äußerst feiner Fäden. Das Zerfallen der ursprünglichen Hauptfaser in die feineren rücke nun

1 Günther, Untersuchungen und Erfahrungen im Gebiete der Anatomie, Physiologie und Thierarzneikunde. Hannover 1837. S. 64.

2 Mikrosk. Unters. S. 133 ff.

gegen den Zellenkörper fort, so daß später unmittelbar von diesem ein Faserbündel ausgehe; endlich zerfalle der ganze Zellenkörper ebenfalls in Fasern, der Kern liege anfangs noch auf dem Faserbündel auf und werde dann resorbirt. Ob die Zelle anfangs hohl sey, ob sich ihre Höhle, wenn sie existirt, in die Fasern fortsetze, wurde nicht beobachtet, indeß hält Schwann es der Analogie mit den sternförmigen Pigmentzellen wegen für wahrscheinlich. Er findet es schwer, bei dieser Bildungsweise sich vorzustellen, wie die Fasern bei der Spaltung von den beiden Enden her in dem Zellenkörper zusammentreffen; auch entscheidet er nicht, ob nach der Spaltung in Fasern diese selbst weiter in die Länge wachsen, so daß aus jeder Zelle ein ganzes Bündel hervorgeht, oder ob die Fasern verschiedener Zellen der Länge nach zusammen verschmelzen und demnach jedes Bündel aus mehreren der Länge nach aneinandergereihten Zellen bestände.

Nach einer allerdings geringen Zahl eigener Untersuchungen und nach der Analogie mit anderen Geweben, deren Entwickelung ich genauer verfolgt habe, ist mir die Richtigkeit dieser Darstellung zweifelhaft geworden. Faserbündel als Fortsetzungen einzelner Zellen sind mir nie vorgekommen. Häufig sind Zellen, die sich nach zwei Seiten hin in eine feine Faser fortzusetzen scheinen; bei genauerer Betrachtung ergiebt es sich, daß die Fortsetzungen der Zelle nicht schmaler sind, als diese selbst, aber gleich der Zelle platt, und daß sie gern die schmale Kante nach oben kehren, während die Zelle an der Stelle des Kernes platt auf dem Glase liegt. Man kann nicht leugnen, daß unter den Elementen des unreifen Bindegewebes Zellen vorkommen, die sich nach mehreren Seiten in Fasern verlängern; auch Valentin hat solche gesehen und abgebildet [1]; aber es ist die Frage, ob diese Zellen in eigentliches Bindegewebe übergehen, und mir ist es wahrscheinlicher, daß sie sich zu Gefäßen oder zu einer eigenthümlichen Art von Fasern umgestalten, die ich oben aus der Zonula und Lamina fusca beschrieben habe (s. Taf. II. Fig. 4. 9) Wo man sicher ist, nur Bindegewebe zu finden, wie in den Sehnen, liegen die Kerne anfangs dicht neben- und hintereinander, in Längsreihen geordnet, in einer gleichförmigen Substanz, werden später länger und immer dünner, rücken weiter auseinander und dann läßt sich das Gewebe in platte Fasern trennen, von der Breite der

1 Repertorium. 1838. Taf. I. Fig. 2. d.

primitiven Bindegewebebündel, welche die verlängerten Kerne an den Kanten tragen, theils hintereinander, theils alternirend. Wie diese Kerne in spirale und interstitielle Fasern übergehen, habe ich bei der Beschreibung derselben und im allgemeinen Theile weitläufig angegeben und will es hier nicht wiederholen. Die Theilung der Zellenfaser in die einzelnen Fibrillen erfolgt erst später, wenn die Faser sich von der Umgebung vollständig abgegrenzt hat, und wird an manchen Stellen niemals recht deutlich, so daß das Bündel auch im Erwachsenen einer einfachen, unvollkommen längsgestreiften Faser gleich sieht.

In Taf. II. Fig. 6 sieht man mehrere primitive Bündel mit ihren mehr oder weniger vorgerückten Kernfasern von einer gemeinsamen Spiralfaser umwickelt. Ich habe mich über die hierauf zu gründenden Vermuthungen schon bei der Schilderung der Kernfasern im allgemeinen Theile ausgesprochen.

Schwann's dritte Art der Zellen (von der zweiten wird beim Fettgewebe die Rede seyn), welche im Bindegewebe aus der Augenhöhle und am Halse bei Schweinsembryonen in großer Zahl vorkamen, unterscheidet sich von der ersten dadurch, daß sie sich nicht in Fasern verlängern und viel größer werden, bis zu der Größe der größten Fettzellen, von welchen sie durch ihren Inhalt verschieden sind. Sie haben einen Kern, der immer zuerst auffällt, die Zelle ist blaß und entweder ganz hell und durchsichtig, oder sie hat einen körnigen Inhalt, der immer zunächst in der Nähe des Kernes sichtbar wird. Schwann stellt die Vermuthung auf, daß diese Zellen bei weiterer Entwickelung miteinander in Communication treten und ihre Höhlen alsdann den leeren Räumen entsprächen, welche man durch Aufblasen des Bindegewebes erhält. Indeß ist ihm selbst diese Deutung unwahrscheinlich, und er ist geneigter sie für eine Abart von Fettzellen zu halten, in denen es nicht zur Entwickelung des Fettes komme. Dieselben Zellen sind es vielleicht, welche Valentin im Nabelstrange in der durchsichtigen Gallerte fand, welche die Maschen zwischen den netzförmig verbundenen Bindegewebebündeln ausfüllt [1].

Bei dem Menschen sind nach Valentin [2] die Sehnenfasern schon gegen das Ende des dritten Monates als durchsichtige

1 R. Wagner, Phys. I, 137.

2 Entwickelungsgesch. S. 270.

Cylinder erkennbar, und von den Muskelfasern bestimmt geschieden. Er nennt sie stärker, als später; wahrscheinlich sah er sie, ehe sie in Fibrillen zerfallen waren. Das interstitielle Bindegewebe ist im Anfange des vierten Monates an manchen Stellen, z. B. am Rücken, vollständig ausgebildet.

Unter allen Geweben regenerirt sich, nächst der Oberhaut, keines so leicht, wie das Bindegewebe. Ein Substanzverlust, welcher dies Gewebe allein betrifft, wird daher ziemlich vollständig wieder ersetzt, und die Narbe unterscheidet sich von der normalen Form später nur dadurch, daß sie aus fest verbundenen und einander durchkreuzenden Bindegewebebündeln besteht, und daher in lockeren Theilen fester, in sehnigen lockerer ist, als die gesunden Partien [1]. Wenn mit dem Bindegewebe zugleich andere Gewebe zerstört sind, welche zur Regeneration weniger geneigt sind, so bildet nach der Heilung Bindegewebe allein die Narbe, wie man dies z. B. bei tieferen Verletzungen der Cutis sieht, von deren sämmtlichen Organen das Bindegewebe allein mit einer geringeren Zahl von Gefäßen und Nerven sich wiedererzeugt und die helle, glatte und glänzende Narbe darstellt. Dasselbe nimmt auch die Stelle anderer Gewebe und Organe ein, wenn sie zerstört sind und die organisirende Kraft zu ihrer Wiederherstellung nicht ausreicht. An den Stümpfen zerschnittener Nerven erzeugt sich zunächst Nervensubstanz, an den Bruchenden eines Knochens neuer Knochen, aber beides nur in beschränktem Maaße, und wenn die von beiden Stümpfen ausgehenden Productionen einander nicht erreichen, so füllt Bindegewebe die Lücke aus.

Physiologisch erzeugt es sich an der Stelle obliterirter Gefäße, der Nabelgefäße, des Ductus Botalli, und bildet Bänder, die minder fest sind, als die fibrösen; pathologisch entsteht daher auch accidentelles Bindegewebe am leichtesten. Die gewöhnlichsten Auswüchse der Haut, die weichen Warzen, Polypen und Mollusca, die so häufigen fibrösen Geschwülste im Innern des Körpers enthalten größtentheils Bindegewebe in verschiedenen Stufen der Entwickelung. Wo mit oder ohne Eiterung im Innern des Körpers ein Exsudat sich organisirt, wird am ehesten Bindegewebe gebildet. Es constituirt die organisirten Pseudomembranen der serösen und Schleimhäute;

1 Ueber Heilung der Sehnenwunden s. Pauli, De vulneribus sanandis. p. 363. — v. Ammon, Physiologia tenotomiae experimentis illustrata. Dresd. 1837. — Pirogoff, Ueber die Durchschneidung der Achillessehne als operativ-orthopädisches Heilmittel. Dorp. 1840.

wenn nach entzündlicher Exsudation eine Verhärtung oder Hypertrophie zurückbleibt, so hat sie ihren Grund in der Entwickelung von Bindegewebe oder in Zunahme des interstitiellen Bindegewebes und es kann dies in solchem Maaße geschehen, daß dadurch die normale Substanz in ihrer Ernährung beschränkt, endlich comprimirt und atrophisch wird und bei einer Hypertrophie des Bindegewebes das Volumen der Organe dennoch im Ganzen abnimmt. So z. B. bei der sogenannten Cirrhosis der Leber und der Lunge.

Ob sich bei der Regeneration seröser Häute die Oberhaut reproducire, ist noch nicht ermittelt. Thomson konnte, wenn er ein Stück der Pleura weggenommen hatte, keine Narbe finden [1]. In der Regel aber wird eine seröse Haut nach Verletzung oder Entzündung nicht wiedererzeugt, sondern die serösen Oberflächen verwachsen miteinander unmittelbar oder es bilden sich Stränge, *brides*, aus Bindegewebe. Bleiben verrenkte Knochen außerhalb des Gelenkes liegen, so bildet sich an der Stelle, wo sie ruhen, oft ein der Synovialhaut ähnlicher Sack, der sich auch mit Flüssigkeit füllt [2]. Man hat keine genaueren Untersuchungen darüber.

Bei der Regeneration und accidentellen Bildung des Bindegewebes werden die Fasern wahrscheinlich auf ähnliche Weise, wie bei der ersten Bildung, aus Zellen erzeugt [3], und man findet die verschiedenen Entwickelungsstufen derselben nacheinander, wenn man die Granulationen auf eiternden Flächen von oben nach unten schichtweise betrachtet. Die jüngsten Zellen (der obersten Lage) zeigen dabei das Eigenthümliche, daß ihr Kern aus 2—4 kleineren Körnchen zusammengesetzt oder, wenn er einfach ist, in eben so viele Stückchen durch Maceration in Wasser oder durch Behandlung mit Essigsäure getheilt werden kann.

Das unreife Bindegewebe ist auch in seinen chemischen Eigenschaften von dem vollkommen entwickelten verschieden. Die Haut des Fötus giebt beim Kochen keinen gelatinirenden Leim; nach 24stündigem Kochen waren die in Fasern verlängerten Zellen unverändert, und nur das bindende Cytoblastem aufgelöst. Die Flüs-

1 E. H. Weber in Hildebr. Anat. I, 376.

2 Pauli, De vuln. san. p. 95.

3 Vgl. R. Froriep, Klin. Kupfert. 11. Lief. Taf. LXI. (Pseudomembran des Herzbeutels). — Henle, Schleim- und Eiterbildung. S. 55 ff. (Granulationen, directe Reunion). — G. Simon in Müll. Archiv. 1839. S. 17 (Kondylome).

sigkeit zeigte nach dem Filtriren die Reactionen des Pyin, mit dem Unterschiede, daß bei dem ersten die Trübung durch Salzsäure von überschüssiger Salzsäure nicht wieder aufgehoben wurde (Schwann). Ebenso reagirt die Substanz der Granulationen und der Kondylome (S. Simon).

Das Bindegewebe ist kein Absonderungsorgan. Fett, welches gewöhnlich als Secret des Bindegewebes betrachtet wird, weil es in den Interstitien desselben vorkommt, ist ein organisirtes, in eigenthümlichen Zellen erzeugtes Gewebe, welches sich zu dem Bindegewebe nicht anders verhält, wie etwa das Pigment zur Cutis. Die Blutgefäße des Bindegewebes liefern ihm nur den Nahrungsstoff. Auch kommen Fettzellen frei, ohne Bindegewebe, bei niederen Thieren, und auch bei Fischen in der Höhle des Wirbelcanales vor. Die Flüssigkeit, welche in dem interstitiellen Bindegewebe sich findet, ist nicht verschieden von dem Blutwasser, welches alle weichen organischen Substanzen tränkt und zur Ernährung derselben verwandt wird. In Drüsen existiren besondere Elementarzellen, welche das Blutwasser aufnehmen, verändern und dann nach der Oberfläche entleeren, indem sie selbst sich damit ernähren, wachsen und endlich auflösen. Den Elementarzellen der Drüsen entsprechen im Bindegewebe die Elementarcylinder und also würde der Inhalt derselben, wenn sie hohl wären, dem Secrete der Drüsen analog seyn, nicht aber die Flüssigkeit, welche dieselben umspült. Diese ist nichts Anderes, als Blutserum, welches vermöge der Porosität der Gefäßwandungen durch dieselben transsudirt, in größerer oder geringerer Menge, je nach dem Tonus der Gefäße, nach dem Drucke, den sie erleiden, und nach der Dickflüssigkeit des Blutes.

Das Bindegewebe ist nur deshalb vorzugsweise mit Serum erfüllt, weil es vorzugsweise dehnbar und nachgiebig ist, und es ist an den verschiedenen Stellen um so leichter infiltrirbar, je schlaffer es gewebt und je reicher an Blutgefäßen es ist. Daher bei allgemeiner Wassersucht, aus welchem Grunde sie stamme, das Bindegewebe der Augenlider und des Scrotum wegen seiner Schlaffheit, das der Knöchel zugleich wegen der Last der Blutsäule, die es zu tragen hat, immer zuerst ödematös werden. Eine größere Masse Flüssigkeit findet sich constant im Bindegewebe der Pia mater unter der Arachnoidea [1]; die Entleerung derselben bewirkt heftige Conge-

[1] *Magendie, Journ. de phys. VII, 1.*

stionssymptome; in kurzer Zeit erzeugt sie sich wieder. Die Absonderung derselben scheint durch den luftleeren Raum in der Hirn- und Rückenmarkshöhle begünstigt zu werden

Was von dem interstitiellen Bindegewebe gilt, findet auch auf das geformte seine Anwendung und wird durch die Betrachtung des letzteren nur bestätigt. Sehnen, Bänder und fibröse Häute sind zu seröser Absonderung oder Infiltration am wenigsten geneigt, weil sie sehr fest und sehr arm an Blutgefäßen sind. Ein eigenthümthümliches Verhältniß tritt bei den serösen Häuten ein. In ihrem straffen Gewebe kann eine bedeutendere Ansammlung von Flüssigkeit eben so wenig stattfinden, als in fibrösen Membranen; um so leichter wird das Blutwasser aus den flächenhaft ausgebreiteten Gefäßen derselben sich in die Höhlen ergießen, welche sie begrenzen. Diese sind im normalen Zustande leer, und dann liegen ihre Wände unmittelbar aneinander, oder sie sind mit einer geringen Menge von Flüssigkeit erfüllt.

Von dem ehemals angenommenen serösen Dunste kann nach dem, was J. Davy [1], J. Müller [2] und E. H. Weber [3] dagegen bemerkt haben, nicht mehr die Rede seyn. Ob die Höhle der Arachnoidea Flüssigkeit enthält, ist zweifelhaft; in Pleura, Herzbeutel und Bauchfell ist die Quantität derselben gering, häuft sich aber nach dem Tode mehr an, auch wenn während des Lebens die Bedingungen vermehrter Exsudation nicht vorhanden waren. Dickflüssiger und zäher ist das Serum der serösen Gelenkkapseln; es wird Synovia genannt und die serösen Häute, welche es einschließen oder wie man sagt absondern, werden von Einigen, nebst den pseudoserösen Häuten, als Synovialmembranen unterschieden. Alle seröse Häute nehmen größere Massen von Serum auf, sobald unter den oben erwähnten Umständen die Transsudation aus den Blutgefäßen aus allgemeinen oder örtlichen Gründen gesteigert wird. Bekanntlich kann dieser Proceß durch Injection nachgeahmt werden, indem die Farbetheilchen eingespritzter Massen in den Capillargefäßen zurückgehalten werden, während die Flüssigkeit als ein farbloser Thau über die Oberfläche der Höhlen tritt. In den Synovial-

1 *Philos. transact. 1822. II, 272.*

2 Physiol. I, 428.

3 De cavitatibus c. h. materiis solidis et liquidis plane expletis in Pusinelli Additamenta quaedam ad pulsus cognitionem. Lips. 1838.

häuten kommt das Serum nur aus dem freien Theile der serösen Haut, nicht aus dem mit dem Knorpel verwachsenen [1].

So lassen sich also auch die Ergießungen in seröse Höhlen erklären, ohne daß man die serösen Häute als Secretionsorgane zu betrachten hätte. Nicht einmal der Oberhaut derselben möchte ich einen wesentlichen Einfluß zuschreiben, denn wenn ihre Zellen auch hier und da den Zellen secernirender Häute ähnlich sehen, so sind sie dagegen an anderen Orten, z. B. in den Gelenken, platt und gleichsam vertrocknet, gleich den Zellen der Epidermis; es sind auch gerade die Epitheliumzellen der serösen Häute, welche bei einer einigermaßen rasch vermehrten Durchschwitzung zuerst abgestoßen werden; endlich gleicht die Flüssigkeit in den Schleimbeuteln, welchen die Oberhaut fehlt, sehr der Synovia der Gelenke. Als Blutwasser charakterisirt sich auch das sogenannte Secret seröser Häute durch die chemischen Analysen des Inhaltes seröser Säcke, den man freilich größtentheils bei krankhaft vermehrter Ansammlung untersucht hat. Die Flüssigkeit, welche den Herzbeutel, die Pleura, das Bauchfell netzt, ist gerinnbar [2], um so mehr, je kräftiger und besser genährt das Thier, und je sparsamer das Serum; sie gerinnt schneller bei alten Thieren, als bei jungen; in seltenen Fällen enthält das Serum von Hydrops größere Quantitäten von Faserstoff (s. den chem. Theil). Hewson macht schon auf die Aehnlichkeit hydropischer Flüssigkeiten mit Blutserum aufmerksam, Berzelius vergleicht sie einem Blutwasser, welches mit dem 7fachen Volumen reinen Wassers verdünnt sey.

Die Rückenmarksflüssigkeit des gesunden Pferdes hat Chevreul quantitativ analysirt [3]. Er fand:

Wasser	98,180
Osmazom	1,104
Eiweiß	0,035
salzsaures Natron	0,610
unterkohlensaures Natron	0,060
phosphorsauren Kalk und Spuren von kohlens. Kalk	0,009
	99,998.

1 Gendrin, Beschreibung der Entzündung, übers. v. Radius. I, 49.

2 *Hewson, Exp. inq. II, 103.*

3 *Magendie, Journ. de phys. VII, 89.*

Die Synovia ist mit ziemlich gleichen Resultaten von Margueron, Vauquelin und Bostock[1], von John und von Lassaigne und Boissel[2] untersucht worden. Sie enthält an aufgelösten Bestandtheilen Eiweiß, Extractivstoff, Chlornatrium und Chlorkalium, kohlensaures Natron, kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Die kohlensauren Salze sind wahrscheinlich beim Verbrennen aus milchsauren entstanden. Vauquelin fand in der Gelenkschmiere des Elephanten einige Flocken vom Ansehen des geronnenen Faserstoffes, vielleicht abgelöstes Epithelium. In der Gelenkschmiere des Menschen ist nach Lassaigne und Boissel Fett enthalten. In 100 Theilen der Synovia vom Pferde fand John:

Wasser	92, 8
Eiweiß	6, 4
Nicht gerinnbare thierische Substanz (Extractivstoff) mit kohlensaurem und salzsaurem Natron	0, 6
phosphorsauren Kalk	0,15
Spuren von Ammoniaksalz u. phosphorsaurem Natron	
	99,95

Die krankhaft angehäufte seröse Flüssigkeit der Hirnhöhlen (nach einem komatösen Fieber) enthält nach Halbat[3]

Wasser	96,5
Chlornatrium	1,5
Eiweiß	0,6
Schleim	0,3
Gallert	0,9
phosphorsaures Natron und Kalk	
	99,8

Mit den Namen Gallert und Schleim scheinen theils Epitheliumflocken, theils Extractivstoffe bezeichnet zu seyn, welche durch Gerbsäure niedergeschlagen wurden.

Marcet[4] und Berzelius haben die Flüssigkeit des Hydrocephalus mit ähnlichen Resultaten untersucht. Berzelius fand:

1 Meckel's Archiv. IV, 607.

2 Gmelin's Chemie. II, 1632.

3 Meckel's Archiv. VII, 60.

4 *Medico-chirurg. transact. II, 360.*

Wasser	988,30
Eiweiß	1,66
salzsaures Kali und Natron	7,09
milchsaures Natron und Osmazom	2,32
Natron	0,28
Wasserextract mit einer Spur von phosphorsauren Salzen	0,35
	1000,00

Sind dem Blute, welches in den Gefäßen circulirt, durch Krankheit abnorme Substanzen beigemischt, z. B. Gallenfarbestoff, Fett oder Harnstoff, so finden diese sich auch in hydropischen Flüssigkeiten.

Es dient also das Bindegewebe dem Organismus nicht als Secretionsorgan, sondern hauptsächlich, wie es der Name ausdrücken sollte, als verbindendes Gewebe durch seine Festigkeit, durch seine Contractilität und Elasticität; ferner, wo es lockerer gewebt ist, dadurch, daß es den Theilen, die es umhüllt, eine gewisse Beweglichkeit gestattet und sie immer wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückführt. Die Verschiebung der Haut über den Muskeln, die Ortsveränderungen der Arterien beim Pulse, die Bewegungen der Augen in ihren Höhlen, die vielfachen Bewegungen der Muskeln und Eingeweide sind nur möglich dadurch, daß eine elastische Substanz alle Theile verbindet. Wie leicht dehnbar aber diese Substanz sey, geht daraus hervor, daß die Hoden mittelst des Cremasters bis zum Bauchringe gehoben werden können, ohne daß das Scrotum der Bewegung folgt, so daß also die Schwere der Haut des Scrotums allein schon hinreichend ist, um das zwischen der Tunica dartos und T. vaginalis testis befindliche Zellgewebe um so viel zu spannen.

Das Bindegewebe und die aus demselben geformten Organe verhalten sich bei den Wirbelthieren in der Hauptsache wie beim Menschen. Ueber die entsprechenden Gewebe wirbelloser Thiere fehlt es noch an gründlichen Untersuchungen.

Es scheint, daß das contractile Gewebe der Corpora cavernosa beim Pferde durch ein Gewebe ersetzt wird, welches dem Ansehen nach und in seinen mikroskopischen und chemischen Eigenschaften mit dem Gewebe der unwillkürlichen Muskeln

übereinstimmt, aber eben so wenig wie das Bindegewebe auf galvanische Reize reagirt. J. Müller, Berl. encycl. Wörterb. Art. Erection. Valentin, Müll. Arch. 1838. S. 200.

Wenn man die Ansichten vergleicht, welche über die Natur des Bindegewebes zu verschiedenen Zeiten geherrscht haben, so lernt man das Mikroskop schätzen. Später als die übrigen, zu größeren Massen zusammentretenden Gebilde des Körpers ist das formlose Bindegewebe beachtet und von den älteren Anatomen ist es nur gelegentlich einer Untersuchung unterworfen worden. Nachdem zuerst Malpighi von der Betrachtung des Panniculus adiposus ausgehend (De omento, pinguedine et adiposis ductibus in Opp. omn. 1684) demselben einen zelligen, der Honigwabe ähnlichen Bau zugeschrieben und Albin (Spec. inaug. exh. novam tenuium hominis intestinorum descriptionem L. B. 1722) durch Aufblasen auch an den Netzen den zelligen Bau nachgewiesen hatte, nachdem aus diesen Gründen das thierische Bindegewebe mit dem starren Zellgewebe der Pflanzen irrigerweise identificirt worden war: erklärten Bordeu (*Recherches sur le tissu muqueux. Paris 1767*) und C. F. Wolff (N. A. acad. Petrop. VI. 1790. p. 259) dasselbe für eine gallertartige, weiche Substanz ohne Form und Structur, ohne Fasern und Gefäße, welche nur durch Dehnen in Fäden und Blätter ausgespannt werde oder nach dem Tode durch Gerinnung zu Fasern und Lamellen erstarre. Die ausgezeichnetsten Gelehrten der neueren Zeit, Blumenbach (Institt. physiol. Gott. 1798. p. 21), Döllinger (Was ist Absonderung? 1819. S. 20), Meckel (Anat. 1814. I. S. 116), Rudolphi (Physiol. I. 1821. S. 73) und Heusinger (Histol. 1822. S. 124) schlossen sich dieser Ansicht an und die Naturphilosophen fanden in dem Zellgewebe den einfachsten, allgemeinen Urstoff, aus welchem die anderen sich hervorbildeten. Sie verwechselten zugleich das Bindegewebe mit dem durchsichtigen und angeblich formlosen Blastema, dem Aggregate von Elementarzellen, aus welchem alle Gewebe des Embryo hervorgehen. Diesen Meinungen verdankt das Bindegewebe viele der in neuester Zeit gangbar gewordenen Namen, als Schleimgewebe, Urthierstoff, Bildungsgewebe u. a. Selbst Treviranus, welcher im J. 1816 (Verm. Schr. I, 125. Fig. 74) das Bindegewebe aus zarten, hellen, geschlängelten Cylindern und Kügelchen zusammengesetzt sah, nahm diese Ansicht später zurück und vermuthete, daß die Fäden vom Auseinanderziehen des formlosen Schleimstoffes entstanden wären (E. H. Weber, Hildebr. Anat. I, 136), was auch E. H. Weber bestätigte (ebend. 237).

Eine bessere Ansicht vom formlosen Bindegewebe, auf die mikroskopische Untersuchung gegründet, hatten schon Muys (Muscul. artif. fabrica. 1751. p. 283), welcher die Haut, die die Sehnen einhüllt, untersuchte, und Fontana (Vipergift. S. 389. Taf. V. Fig. 4. 5). Der Letztere verlor aber den Credit, da er dieselben geschlängelten Fasern, die er im lockeren Bindegewebe, in dem Neurilem, den Sehnen, fibrösen und Zellhäuten richtig erkannt hatte, nachher auch an den Haaren, Zähnen, Knochen, ja an allen unorganischen Substanzen wahrgenommen zu haben versicherte. Seit der Einführung ver-

besserter Mikroskope und zwar vom Jahre 1833 an sind alle vorurtheilsfreien Beobachter über die Structur des Bindegewebes vollkommen einig und es ist durch die von Allen constatirte eigenthümliche Beschaffenheit der Primitivfasern außer Zweifel gesetzt, daß die Fäden und Blättchen kein Kunstproduct sind und auch im Lebenden so bestehen, wie sie bei der Präparation erscheinen und von v. Bergen (Progr. de membr. cellulosa. 1732. Hall. Disp. sel. III, 79), Haller (Elem. phys. I, 8) und Bichat (*Anat. gén. I, 58*) dargestellt worden sind.

Fast gleichzeitig und unabhängig von einander haben Krause (Anat. I, 1833. S. 13), R. Wagner (Vgl. Anat. 1834. S. 61), Lauth (*l'Institut. 1834. No. 57*) und Jordan (Müll. Arch. 1834. S. 419. Taf. IX. Fig. 1—4) die Elementartheile des Bindegewebes mit den passenden Vergrößerungen untersucht und namentlich hat Jordan dasselbe so dargestellt, daß seine Angaben seither nur bestätigt werden konnten. Krause nahm außer den Fäden Klümpchen wahr, welche durch Auseinanderziehen zum Theil in Fasern verwandelt werden konnten, ohne Zweifel beigemischte und aufgerollte Kernfasern; R. Wagner giebt die Dicke der Fäden zu groß an und hat wohl außer den Primitivfibrillen auch Primitivbündel gemessen; Lauth irrt darin, daß er den Elementarzellen des Bindegewebes Varicositäten zuschreibt, welche durch dünnere Theile getrennt seyen.

In Uebereinstimmung mit Jordan beschrieben und zeichneten das Bindegewebe R. Froriep (Gluge observatt. noan. microscop. 1835. Fig. 1. 2. 5), Treviranus (Beiträge. Heft 2. 1835. S. 15. Heft 4. Fig. 1), Pallucci (Unters. über d. Zellgewebe. 1836. Fig. 9), Valentin (Verlauf und Enden d. Nerven. 1836. Taf. III. Fig. 9), Gurlt (Physiol. 1837. Taf. I. S. 19. Fig. 1. 3), Skey (*Philosoph. trans. 1837. Tab. XVIII. Fig. 4*), v. Bylandt (Disq. circa telam cellulosam. 1838. p. 29), E. H. Weber (Rosenmüller's Anat. 1840. S. 44), Gerber (Allg. Anat. Taf. I. Fig. 19. Taf. IV. Fig. 73. c). Pallucci nimmt auch eine körnige Masse an, welche durch Aneinanderreihen Fäden bilde, durch eine optische Täuschung verführt, von welcher in der Einleitung die Rede war. Unter dem Namen peripherischer Lymphgefäßchen bildet Berres an mehreren Stellen isolirte Fasern des lockeren Bindegewebes ab (Mikroskop. Gebilde. 1836. Taf. V. Fig. 1. 4. 6). Die Deutung derselben ist, wie sich von selbst versteht, rein willkürlich.

Viel weniger zweifelhaft war die Zusammensetzung des geformten, fibrösen Gewebes. Von den Sehnenfasern gab schon Leeuwenhoek eine sehr charakteristische Abbildung (Opp. T. II. p. 110. Fig. 13), schrieb denselben aber statt des geschlängelten Verlaufes irrthümlich einen spiraligen Verlauf zu. Selbst an serösen Häuten wurden die Primitivfäden von Baglivi (Opp. omnia. 1704. p. 399) und Muys (Musc. fabr. 1751. p. 283) erkannt.

Fontana's Darstellung der Sehnenfasern (Vipergift. S. 386. Taf. VI. Fig. 3. 4) nebst der Angabe ihrer Unterscheidung von Muskel- und Nervenfasern ist ganz genau. Neuere Abbildungen finden sich bei Jordan (Fig. 5. 6), Gluge (Fig. 3), Eulenberg (De tela elastica. 1836. Fig. 7), Berres (Fig. 24), Gurlt (Fig. 7. 8), Gerber (Fig. 49—52). Treviranus

sagt von den fibrösen Fasern, die er Bandfasern nennt (Beiträge. Heft 2. 1835. S. 76), daß ihre Bündel in der Sklerotika in einer Scheide eingeschlossen seyen, die im Weingeiste solche Querrunzeln bekomme, wie es in den Scheiden der Nerven gebe. Schwann fand früher (Berl. encycl. Wörterb. Art. Gefäße. 1836. S. 217) Zell- und Sehnengewebe einigermaßen darin verschieden, daß die faserige Structur der Bündel bei den Sehnen sogleich, beim Bindegewebe erst nach einiger Zeit und nach Behandlung mit Wasser deutlich werde und daß die Fasern in den Sehnen kaum etwas dunkler und weniger geschlängelt seyen. Später (Mikrosk. Untersf. 1839. S. 148) reducirt er den Unterschied auf die Menge des Cytoblastems, die im formlosen Bindegewebe größer ist, und giebt zuletzt zu, worin ich ganz beistimme, daß der Unterschied zwischen Fasern des Zellgewebes von verschiedenen Stellen eben so groß sey, wie zwischen den gewöhnlichsten Sehnenfasern und den häufigsten Zellgewebefasern. Gerber (a. a. O. S. 134) will einen mikroskopischen Unterschied zwischen den Sehnenfasern des contractilen Bindegewebes gefunden haben. Die letzteren sollen sich nämlich durch etwas stärkeren Durchmesser, röthliche Farbe und „eine besondere Art von Durchscheinenheit" auszeichnen.

Die Kernfasern des Bindegewebes sind bis auf die neueste Zeit übersehen worden, es müßten denn die oben erwähnten, von Krause beobachteten Klümpchen dahin zu ziehen seyn. Zwar spricht Leeuwenhoek an vielen Stellen von Spiralwindungen der Sehnen und bildet sie sogar ab (Opp. II, 323. Fig. 2); es ist aber leicht zu sehen, daß er nur die wellenförmigen Biegungen meint. Die stärkeren, ohne Behandlung mit Essigsäure sichtbaren Kernfasern, welche sich schon den elastischen nähern und schwer streng von denselben zu scheiden sind, haben Schwann und Eulenberg (a. a. O. S. 16. 20), als Elemente von elastischem Gewebe beschrieben, welche hier und da im Bindegewebe eingestreut seyen.

Die isolirten, noch nicht zu Fasern verschmolzenen Kerne beschrieb ich zuerst an der Tunica adventitia der Gefäße des Gehirnes als Kerne eines Epitheliums, welches die Gefäße in die Hirnsubstanz begleite (Müll. Arch. 1838. S. 118), Remak nahm dieselben für Theile organischer Nervenfasern (Syst. nerv. structura. 1838. p. 25). Die mannichfaltigen späteren Deutungen, die sie erfuhren, habe ich bereits im allgemeinen Theile angegeben. Gerber bildet Taf. VI. Fig. 106. c c etwas ungenau ein Netz ab, welches die vom Neurilem abgehenden varikösen Zellstofffasern (Kernfasern) in den Maschen zwischen den Endzweigen der Nerven bilden sollen. Die Maschenräume, welche in der citirten Abbildung von dem Netze der varikösen Fasern eingeschlossen werden, scheinen mir Querdurchschnitte von Bindegewebebündeln zu seyn.

Vom Fettgewebe.

Das Fett gehört zu den Geweben, deren Structur lange Zeit verkannt worden ist. Man betrachtete es als einen Stoff, ein

rohes Ernährungsproduct, welches in die Interstitien des Bindegewebes, durch die absondernde Thätigkeit der Blutgefäße oder des Bindegewebes selbst, abgelagert und zu gelegener Zeit wieder resorbirt werde.

Allein das Fett ist, wo es in zusammenhängenden Lagen und als selbstständiges Gebilde erscheint, immer in eigenthümlichen Bläschen oder Zellen, welche wir Fettzellen nennen, enthalten. Diese Zellen befinden sich allerdings in den zelligen Räumen des Bindegewebes, können in denselben sich sammeln und schwinden; allein die Höhle der Fettzelle ist nicht eins mit der Höhle der Bindegewebezellen, und die Wand der Fettzelle ist nicht Bindegewebe; die Räume im Bindegewebe sind unvollkommen geschlossen und stehen untereinander in Verbindung, die Fettzellen sind allseitig geschlossen und der Inhalt läßt sich nicht aus einer in die andere treiben. Die Fettzelle läßt sich isoliren und jede hat ihre eigenen Wandungen, die Bindegewebezellen entstehen durch Blättchen, deren jedes als Scheidewand mehreren Räumen gemeinsam ist. Endlich sind die Fettzellen viel kleiner, als die gewöhnlich, z. B. durch Einblasen, darstellbaren Räume im losen Bindegewebe. In jeder Bindegewebezelle ist eine größere oder geringere Zahl von Fettbläschen eingeschlossen, zwischen denen sich nur ganz vereinzelte Bindegewebebündel wie zufällig hinziehen. Die Wände der Bindegewebezellen sind es, die die Fettbläschen in größere Gruppen sondern und zu den kleinen Läppchen verbinden, in welchen sich namentlich das lose Fett der Orbita, das Fett der weiblichen Brust u. s. f. darstellt.

Die Fettzellen (Taf. II. Fig. 12) sind rund oder rundlich und bei der Temperatur, welcher sie im Körper ausgesetzt sind und bei der das Fett flüssig bleibt, vollkommen glatt. Beim Erkalten werden sie unregelmäßiger, oft durch gegenseitigen Druck polyedrisch, oft zeigen sie sich platt und mit Eindrücken und Unregelmäßigkeiten, wie gekneteter Wachs. Sie haben einen Durchmesser von 0,018—0,036‴ [1], die großen sind die häufigsten, doch kommen auch noch kleinere vor. Sehr ausgezeichnet sind sie durch ihre ebene, glänzende und stark lichtbrechende Oberfläche, ihre scharfen und dunkeln Contouren bei durchfallendem Lichte, ihre silberglänzenden Ränder

1 0,015—0,02 Béclard. 0,02—0,057 Raspail. 0,009—0,045 Krause. 0,01—0,05, im Wirbelcanale 0,006—0,01 Gerber. 0,005—0,035 Harting (v. d. *Hoeven en de Vriese Tijdschr. VII, 182*).

und weißliche Mitte bei auffallendem Lichte. Durch diese Charaktere unterscheiden sie sich von allen anderen mikroskopischen Objecten aus dem thierischen Körper; nur mit Fetttröpfchen wäre eine Verwechselung möglich. Da nämlich das Fett mit Wasser und wässerigen Lösungen sich nicht mischt, so erscheint es in denselben, auch ohne isolirende Hülle, in einzelnen Partikeln, die, wie die Fettaugen der Suppe, meistens, jedoch nicht immer kreisförmig begrenzt sind. Solche Fettaugen, von mikroskopischer Feinheit, finden sich immer neben den Zellen des Fettgewebes, da diese durch die Präparation zum Theil zerdrückt und zerstört werden; man sieht sie häufig in fetthaltigen Flüssigkeiten, im Eiter, in der Milch, im Chylus, neben den regelmäßigen Elementen dieser Materien. Die Fetttröpfchen kommen aber in allen möglichen Größen vor, die größeren, von dem Durchmesser der eigentlichen Fettzellen, sind nicht kugelig, sondern platt, linsenförmig; ihre Contouren sind heller als die der Fettzellen. Die Fetttröpfchen lassen sich durch Druck oder Schütteln oder Umrühren der Flüssigkeit (und unter dem Mikroskop) zertheilen; eben so leicht fließen einzelne, zumal bei allmähliger Verdunstung des Wassers, zu größeren Tropfen und endlich in große, unregelmäßige Flecken zusammen. Hauptsächlich aber unterscheiden sich Fetttropfen und Fettzellen durch die sogleich näher zu beschreibenden Reactionen der letzteren, welche auf der Anwesenheit einer membranösen Hülle beruhen und die Existenz derselben beweisen.

Die Hülle der Fettzellen ist in der Regel so zart, daß sie als eine von dem Inhalte unterschiedene Schicht nicht mit Bestimmtheit wahrgenommen werden kann. Zwar bemerkt man oft um den dunklen Contour der Fettzelle noch einen schmalen hellen Saum (Fig. 12, A), allein es ist unmöglich, sich zu versichern, daß dieser nicht das Resultat einer optischen Täuschung sey. Bei einem rhachitischen Kinde fand indeß Schwann[1] die Zellenmembran fast so dick, als ein menschliches Blutkörperchen breit ist. Wenn sie dick ist, so liegt ein Zellenkern von runder oder ovaler Form, bald abgeplattet, bald nicht, in der Dicke der Wand. Sehr häufig ist die Wand an einer Stelle hügelförmig hervorgetrieben und an dieser Stelle liegt ein Kern oder Spuren desselben (Fig. 12, C. a). Zuweilen kommen zwei Kerne vor, oft auch fehlt der Kern völlig. Bei der Resorption desselben bleibt anfangs etwas körnige Substanz

[1] Mikroskop. Unters. S. 140.

an seiner Stelle zurück, die auch zuletzt verschwindet, oder es bilden sich innerhalb des Kernes wie in seiner Umgebung kleine Fetttropfen, die immer mehr zunehmen (Schwann).

Zuweilen sah ich in menschlichen Leichen an einzelnen Fettzellen eine oder zwei eigenthümliche sternförmige Figuren, dicht unter der Oberfläche der Zelle (Fig. 12, B. D. E). Von einem Centrum gehen nach allen Richtungen hin längere und kürzere Strahlen aus, bald über die halbe Oberfläche der Zelle, bald nur über einen kleinen Theil derselben, je nachdem die Zelle größer oder kleiner. Die Strahlen sind zuweilen unterbrochen, mit kleinen Körnchen untermischt, und von diesen sitzen immer mehrere, gleichsam als Fortsetzungen der Strahlen, an den äußersten Spitzen derselben. Diese Figuren sind von gelblicher Farbe, sie sind membranartig platt, wie man sieht, wenn die Zelle von der Seite betrachtet wird, dann machen sie eine Hervorragung am Rande. Sie könnten wohl Metamorphosen des Zellenkernes seyn, jedoch haben sie mehr Aehnlichkeit mit krystallinischen Ablagerungen. Ich würde sie für Stearinkrystalle halten, allein sie scheinen sich in Aether nicht zu lösen. In Essigsäure erhalten sie sich unverändert und schwimmen nach Zerstörung der Zelle frei umher.

Wird eine Fettzelle stark gedrückt, so tritt entweder das Fett in einer zusammenhängenden Lage nach allen Seiten aus und das Bläschen behält seine ursprüngliche Form, oder man sieht, wahrscheinlich aus einer Ruptur, den Inhalt an einer Stelle ausfließen und sich in einen großen Tropfen sammeln, der mit der runzelig körnigen und zusammengefallenen Hülle wie durch einen schmalen Stiel oder Hals noch zusammenhängt. Einzelne aneinanderhängende Fettbläschen setzte ich auf einem Glasplättchen in ein Uhrglas und übergoß sie so lange mit Aether, bis sie sich nicht weiter veränderten; sie verloren dabei nach und nach die weiße Farbe und wurden zuletzt so fein und durchsichtig, daß sie nur noch bei sehr gedämpftem Lichte wahrgenommen werden konnten. Doch aber lösten sie sich nicht ganz auf. Was zurückblieb, hatte Form und Größe der Fettbläschen, war sehr durchsichtig, feinkörnig, zeigte aber bei keiner Behandlungsweise irgend etwas von gesonderten Körnern oder Fasern.

Wenn man Essigsäure auf die Fettzellen bringt und dabei jeden Druck, selbst mit dem deckenden Glasplättchen vermeidet, so erscheint die Oberfläche bald an einer und der anderen Stelle mit kleinen

Tröpfchen, wie Perlen, bedeckt, aus einzelnen Zellen fließt das Fett in feinem, aber anhaltendem Strome aus und sammelt sich sogleich wieder zu großen Tropfen, wobei die Zelle selbst immer kleiner wird; nach längerer Zeit sieht man keine Fettzellen mehr, sondern nur einzelne, breite und unregelmäßige Fettinseln oder Seen umherschwimmen. Essigsäure macht also die Zellenmembran permeabler und scheint sie zuletzt aufzulösen. Ich muß hierbei auf den Unterschied aufmerksam machen, den die Zellen des Fettes und des Blutes in ihrem Verhalten gegen Essigsäure zeigen. Von beiden löst sich die Hülle in starker Essigsäure auf; bei allmähliger Einwirkung werden aber die Blutkörperchen erst größer und platzen, ehe die Schale gelöst ist; die Fettzellen werden von Anfang an kleiner. Dieser Unterschied kann nur darin liegen, daß bei den Blutkörperchen der Inhalt selbst eine chemische Anziehung zur Essigsäure hat und diese in die Höhle der Zelle eindringen macht, während bei den Fettzellen das Contentum sich mit Essigsäure nicht mischen kann und deshalb keine Endosmose stattfindet.

Es kommen noch andere Formen von Fettzellen vor, welche vielleicht nur Entwickelungsstufen der bisher beschriebenen sind. In einer wassersüchtigen Leiche fand ich das Fett im Unterhautbindegewebe des Schenkels wenig gehäuft und ausgezeichnet durch eine stark gelbe Farbe, die bei der Betrachtung mit bloßem Auge auffiel. Unter dem Mikroskop sah man auf den ersten Blick runde und ovale gelbe Fettbläschen, von welchen die größten 0,0082, die meisten 0,0044‴ im Durchmesser hatten; sie lagen isolirt und in ziemlich regelmäßigen Abständen von einander, so daß sie ein sehr zierliches Bild gaben; die meisten dieser Fettbläschen waren mit Haufen von kleineren, ebenfalls gelblichen Fettkügelchen umgeben. Bei sorgfältiger Präparation erwies sich, daß jedes größere Bläschen sammt den umherliegenden kleineren in einer hellen, granulirten, meist ovalen Zelle eingeschlossen war, deren längster Durchmesser nicht leicht über 0,012‴ maß. Diese Zellen lagen einzeln längs der Capillargefäße, daher ihre regelmäßige Vertheilung. Manchen Fettbläschen fehlte die Schale, um andere war sie sehr eng; einigemal lagen zwei große Bläschen mit mehreren kleinen in einer Schale zusammen An den größten waren, jedoch selten, ähnliche sternförmige Figuren sichtbar, wie aus den gewöhnlichen Fettzellen vorhin beschrieben wurden.

Die Fettzellen kommen beim Menschen nur im lockeren Binde-

gewebe vor und zwar, in ziemlich zusammenhängender Lage im subcutanen Bindegewebe, als Fetthaut, Panniculus adiposus, ferner im subserösen Bindegewebe, in den Netzen und Mesenterien, in den Furchen des Herzens, um die Nieren u. s. f. Der Panniculus adiposus ist am stärksten auf der Fußsohle, am Gesäß und um die Brustdrüse; er fehlt gänzlich nur an den Geschlechtstheilen und an den Augenlidern. Uebrigens ist seine Stärke sehr wechselnd; er ist bei Kindern und Frauen in der Regel stärker, als bei Männern. Auf der äußeren Fläche der Synovialhäute, besonders in der Falte, wo die Synovialhaut in den Knorpel übergeht, kommt ebenfalls Fett in größerer oder geringerer Menge vor und dringt zuweilen, die Synovialhaut wie eine Falte vor sich hertreibend, in die Höhle der Gelenke vor (Glandulae mucilaginosae Havers). In mehr parenchymatösen Massen findet sich das Fettgewebe in der Orbita, wo es auch bei der äußersten Magerkeit nicht ganz fehlt, im Wirbelcanale und an vielen anderen Stellen, wo unregelmäßige Lücken zwischen Muskeln auszufüllen sind, endlich in den größeren und kleineren Höhlen der Knochen, als Knochenmark [1]. Große Fettansammlungen, gleich Fettgeschwülsten, kommen typisch bei einigen Racen vor, z. B. das Fettpolster über dem Gesäß der Hottentottinnen. Ueberall ist es von Blutgefäßen vielfach durchzogen; größere Fettzellen werden selbst von feineren capillaren Aesten umsponnen und hängen durch die Gefäße oft, wie Trauben an einem Stiele, zusammen. Mascagni zufolge erhält jede Fettzelle eine Arterie und eine Vene.

Der Inhalt der Zellen des Fettgewebes und demnach, in Rücksicht der Quantität, der Hauptbestandtheil desselben ist das Fett, dessen chemische Eigenschaften zugleich mit denen der übrigen Fettarten früher abgehandelt worden sind. Außer dem eigentlichen Fett fand Chevreul im Schweineschmalze eine ekelhaft nach Galle riechende und schmeckende gelbe Materie (0,06 Proc.) nebst Chlornatrium, essig-(milch-)saurem Natron, Spuren von kohlensaurem Kalk und Eisenoxyd.

Physiologie.

Unter allen Geweben wird das Fett am leichtesten gebildet und wieder zerstört; bei guter Nahrung und Ruhe häuft es sich

1 Von den Fettzellen in den Drüsen, welche fetthaltige Secrete liefern, wird bei den Drüsen gehandelt.

bald an, ohne jedoch im gesunden Menschen ein gewisses Maaß zu überschreiten, es schwindet eben so rasch, wenn der Körper einen Verlust an Säften erleidet oder wenn die Mittel zum Wiederersatze fehlen. Bei den Thieren wird es auch typisch, zu gewissen Perioden, in großer Menge erzeugt, um später wieder theilweise resorbirt zu werden, z. B. bei den Insecten während des Larvenzustandes, bei den winterschlafenden Säugethieren vor dem Winterschlafe u. s. f.; beim Menschen scheint eine periodische Zu- und Abnahme des Fettes nicht stattzufinden. Unter begünstigenden Umständen sammelt es sich aber leichter in den ersten Lebensjahren und in den späteren, vom 40sten Jahre an, als im Knaben-, Jünglings- und ersten Mannesalter.

Im Embryo sah Valentin[1] die erste Spur in der 14ten Woche an der Fußsohle und Hohlhand, wo zwar noch keine Fetttraubchen, aber isolirte Bläschen zu sehen waren. Am Ende des 5tes Monates ist es schon sehr deutlich in einzelnen, ziemlich scharf von einander abgegrenzten Läppchen. In der Mitte des 4ten Monates fand Valentin den mittleren Durchmesser der Zellen nur 0,008—0,010‴, im 8ten—9ten Monate 0,012—0,024‴. Im Kalbe sind die größten Zellen halb so groß, als die größten beim Ochsen, eben so sind die Fettzellen eines 8jährigen Kindes halb so groß, als die des Erwachsenen (Raspail). Die gelbe Farbe des Fettes nimmt mit dem Alter zu, wie man schon aus der Vergleichung des Fettes vom Kalbe mit dem des Ochsen sehen kann; die Consistenz scheint sich mit den Jahren etwas zu vermindern.

Der Proceß der Bildung der Fettzellen ist noch nicht ganz deutlich. Es ist nicht entschieden, ob der Cytoblast da, wo er sich findet, das Erste und ob er überhaupt eine nothwendige Stufe der Entwickelung ist. Denn wir sahen statt desselben auch wirkliche, nur kleinere Fettbläschen, um welche die Zelle, wie um einen Cytoblasten, sich anlegte. Innerhalb der Zelle bilden sich alsdann neue Fettkörnchen und es fragt sich, ob auch in den großen Zellen das Fett, welches die ganze Höhle ausfüllt, aus zusammengeflossenen kleinen Bläschen entstand, ob demnach in früheren Zeiten eine andere Substanz in der Zelle enthalten war und von dem Fette verdrängt wurde, oder ob die Zellenhaut zugleich mit der Ansammlung des Fettes sich erweitert. Dies hängt mit einer anderen

1 Entwickelungsgeschichte. S. 272.

physiologischen Frage zusammen, ob nämlich die Membran der Fettzelle etwas Constantes und das Contentum derselben wechselnd ist oder ob Zelle und Inhalt zusammen entstehen und vergehen. Béclard sagt[1], daß mit dem Fette auch die Fettbläschen schwinden. Hunter dagegen[2] glaubt die Fettzellen im leeren Zustande unterschieden zu haben. Nach Gurlt[3] enthalten bei mageren Thieren die Zellen statt des Fettes Serum. Es kann aber wohl nicht entschieden werden, ob die serumhaltigen Zellen dieselben sind, welche früher Fett enthielten. Die Abmagerung, welche nach Blutentziehung und anderen Säfteverlusten, sowie in acuten Krankheiten und in manchen Dyskrasien eintritt, hat ihren Grund entweder in einer Auflösung der Fettzellen wegen Mangels an Nahrung, oder in einer Entleerung ihres Inhaltes durch die Zellenwände. Es läßt sich denken, daß, wie nach heftigen Fiebern die Zellen der Oberhaut und die Haare absterben, weil eine Zeitlang ihre Wechselwirkung mit normalem Nahrungssafte gehemmt war, so auch die Fettzellen, in ihrer Ernährung unterbrochen, sich auflösen, worauf das Fett nebst dem Blutwasser und anderen in den Interstitien der Gewebe enthaltenen Flüssigkeiten von den Saugadern aufgenommen wird, zum Theil auch durch Endosmose in die Blutgefäße dringt und sich dem Blute beimischt. Factisch ist es, daß in den genannten Fällen, besonders nach wiederholten Blutentziehungen, der Fettgehalt des Blutes bedeutend vermehrt ist und das Fett oft, wie ein Rahm, oben auf dem Blute schwimmt.

Unter Umständen häuft sich das Fett an den gewöhnlichen Stellen in abnormer Menge, es entsteht eine wahre Hypertrophie des Fettgewebes, Fettsucht. Bis zu einem gewissen Punkte ist die Fettleibigkeit ein Zeichen von Gesundheit und Kraft der Bildungsthätigkeit, einer übermäßigen Erzeugung liegt aber vielmehr eine gewisse Schwäche zu Grunde; sie tritt oft nach erschöpfenden Krankheiten ein, eben so wie Wassersucht, und ich möchte vermuthen, daß sie in demselben Mißverhältnisse zwischen Exsudation und Resorption des Blutwassers begründet ist, nur daß das Plasma im ersten Falle mehr Neigung hat, Zellen zu bilden. Sehr leicht

1 *Anat. gén. p. 150.*

2 *Remarks on the cellular membrane, in Med. obs. and inq. Vol. II. Lond. 1757* (citirt bei Béclard).

3 Physiol. S. 20.

erzeugt sich auch an ungewöhnlichen Orten Fett, z. B. in dem Bindegewebe, welches die Stelle exstirpirter Drüsen, der Milz, der Hoden u. s. w. einnimmt [1]; in compacten Massen, welche oft eine enorme Größe erreichen, kommt accidentell das Fettgewebe vor als Lipom.

Das Fett verschiedener Thiere unterscheidet sich weniger durch die Form der Zellen, als durch die chemische Natur ihres Inhaltes. Es ist fester und weicher, talg-, schmalz- oder ölartig, je nachdem die Stearine oder Elaine vorherrscht, und zwar gleicht das Fett der reißenden Thiere und Pachydermen und der Vögel am meisten dem menschlichen, viel fester ist es bei den Wiederkäuern und Nagern, ölartig bei den Cetaceen und Fischen.

Auch buntgefärbtes Fett kommt bei den Thieren vor, namentlich bei vielen Vögeln unter der Haut des Schnabels und der Füße (Berzelius, Thierchemie. S. 373) und bei den niederen Crustaceen (Ascherson in Müll. Arch. 1840. S. 46). Die Färbung der Iris rührt bei den Vögeln von einem Fette her, welches in Tröpfchen, vielleicht auch in Zellen zusammengehäuft ist (R. Wagner in v. Ammon's Zeitschr. III, 286. Krohn in Müll. Arch. 1837. S. 361). Bei dem Menschen finde ich kein Fett in der Iris und es muß hier die verschiedene Färbung nur in verschiedener Transparenz und Anhäufung des körnigen Pigmentes beruhen.

Malpighi (De omento, pinguedine et adiposis ductibus, Opp. II. p. 41. 1686) beschrieb sehr genau die Läppchen der Fetthaut. Er bemerkte, daß in jedem Läppchen eine Menge von Fettbläschen enthalten sey, ob aber von diesen jedes ein besonderes Häutchen habe, sey nicht zu entscheiden; man sehe nur, daß sie an den Gefäßen hängen, wie die Beeren der Traube an ihrem Stiele. Das Knochenmark fand er von ähnlichem Baue. Havers (Osteol. nova. 1691. p. 167. Tab. I. Fig. 3) sah das Knochenmark in Lappen, die Lappen aus Bläschen, welche Oel aus dem Blute absondern und enthalten. Die Bläschen nehmen sich unter dem Mikroskop wie ein Haufen Perlen aus. Bei der Beschreibung des Fettkörpers der Insecten erwähnt Swammerdam (Bibl. nat. 1737. p. 311) auch das Fett der Säugethiere. Es bestehe aus kleinen, glänzenden Theilchen, wie Sandkörnchen, alle von gleicher Größe. Er unterschied eine Haut, welche beim Schmelzen zu Boden sinke;

1 Janssen, De pinguedine. p. 80.

dies ist nur Bindegewebe. Grützmacher (De ossium medulla. 1748. Fig. 3) gab eine Abbildung der Fettbläschen aus dem Knochenmarke. Die erste gründliche Beschreibung lieferte Raspail (*Breschet, Repert. T. III. 2. Trim. 1827. p. 165. T. VI. 1828. 4. Tr. 136)*. Er ging dabei von der Untersuchung der Stärke aus, als deren Analogon im thierischen Körper er das Fett erkannte; er stellte die Fettbläschen isolirt auf dieselbe Weise dar, wie man Stärkemehl zu gewinnen pflegt, durch Zerreißen des Fettgewebes auf einem Haarsiebe, über und durch welches ein feiner Wasserstrahl geleitet wurde. Die durchlaufende, milchige Flüssigkeit wurde aufgefangen und filtrirt. Raspail wählte zu diesen Untersuchungen hauptsächlich die festeren und erstarrten Fettarten der Wiederkäuer; er fand daher die Fettzellen bei der mikroskopischen Betrachtung facettirt, was er aus dem Drucke erklärt, den sie aufeinander ausüben. Die des Schweines waren von etwas abweichender Gestalt, rundlich oval, wie Stärkemehlkörner; er erkannte die kleinen Körnchen im Innern der Zelle, die durch den Kern oder die sternförmigen Figuren gebildete Hervorragung nahm er für einen Hilus, durch den die Fettbläschen mit der Wand der Zelle zusammenhingen, in der sie gebildet sind. Durch Kochen in Alkohol auf dem Objectträger sah er die Fettbläschen sich aufblähen und endlich in 2—3 Stücke zerspringen, die sich nicht weiter veränderten, während ein Theil derselben im Alkohol sich löste. Er schließt, daß sie aus einer in Alkohol unlöslichen Hülle und einem löslichen Contentum bestehen; nimmt aber die Substanz der Hülle für Stearin, die des Inhaltes für Elain. Krause (Anat. 1833. S. 14) und Valentin (Hecker's Annal. 1835. S. 65) erklären die Membran der Fettbläschen für Zellstoff. Mit Recht bemerkt Valentin, daß die polyedrische Form derselben erst nach dem Tode durch Compression entstehe. Für die gleichartige, nicht faserige Structur des Häutchens sprach sich Gurlt aus (Phys. 1837. S. 19). Die Fasern auf der Oberfläche desselben schreibt er dem anhängenden Bindegewebe zu. Wie richtig er gesehen, beweisen endlich die Untersuchungen von Schwann (Mikroskop. Unters. 1839. S. 140), durch welche die Bedeutung dieses Häutchens, als einer Zellenmembran, aufgeklärt und die Anwesenheit des Cytoblasten, wenigstens bei niederen Wirbelthieren und in früheren Lebensperioden der höheren, constatirt ist.

Vom elastischen Gewebe.

Structur.

Das elastische Gewebe ist dem Bindegewebe nahe verwandt, nicht nur durch seine chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern auch durch die Art, wie es im Körper vorkommt, indem seine Elemente bald zerstreut anderen Gebilden eingewebt, bald in Masse zu platten Bändern und Membranen vereinigt sind, welche sich durch ihre bedeutende Elasticität und, wenn sie eine gewisse

Dicke haben, durch ihre gelbe Farbe schon bei oberflächlicher Betrachtung hinlänglich vor anderen Gebilden auszeichnen.

Die Elemente dieses Gewebes, welche man an den gelben Bändern der Wirbelsäule leicht isoliren und beobachten kann, unterscheiden sich leicht von den eigentlichen Bindegewebesibrillen, schwer von den Kernfasern, welche die bindegewebigen Organe durchziehen und zwischen den Bündeln des Bindegewebes verlaufen. Wie diese, sind sie in Essigsäure unveränderlich und besonders kenntlich an ihren scharfen, glatten, meistens dunkeln Rändern. Sie sind, wie die Kernfasern des Bindegewebes, von sehr verschiedener Stärke und die stärkeren haben das Ansehen platter, solider Bänder. Der Form nach lassen sich drei Varietäten unterscheiden.

Die erste Varietät kommt auch im Verlaufe mit den Kernfasern des Bindegewebes überein; die Fasern haben denselben stark geschlängelten Verlauf und geben nicht oder nur selten Aeste ab; sie sind dünner, als die größere Masse der Fasern der beiden folgenden Varietäten, im Mittel von 0,0007‴ Durchmesser[1]. Der einzige Unterschied zwischen diesen elastischen Fasern und den Kernfasern des Bindegewebes beruht darin, daß die letzteren vereinzelt zwischen den Bündeln des Bindegewebes liegen, bald einander parallel, bald in verschiedenen Richtungen einander durchkreuzend, während jene, der Länge nach nebeneinander gelegt und zu größeren Massen vereinigt, selber Bündel darstellen, in denen nur hier und da eine geringere Zahl von Bindegewebebündeln vorkommt. Dieser Unterschied ist nur ein relativer und man kann daher mitunter zweifelhaft seyn, ob ein Gebilde dem elastischen Gewebe oder einem an Kernfasern reichen Bindegewebe zuzurechnen sey. Diese Varietät sieht man am schönsten in den eigentlich so zu nennenden unteren Stimmbändern des Kehlkopfes, zwischen den beiden Blättern der Schleimhautfalte, welche gewöhnlich als Ligamentum vocale inferius beschrieben wird.

Als Typus der zweiten Varietät betrachten wir das Gewebe der Ligamenta flava der Wirbelsäule (Taf. II. Fig. 10). Es besteht aus verhältnißmäßig sehr starken Fasern, welche weniger regelmäßig wellenförmig gekräuselt, sondern in größeren Bogen oder Sförmig gekrümmt verlaufen und häufig Aeste abgeben, die bald

[1] 0,0007‴ aus den Respirationsorganen. Eulenberg.

ganz kurz, bald länger und dann ringförmig gewunden oder wellenförmig, auch wohl abermals gabelförmig gespalten sind. An den eigentlichen Kernfasern wird außer dem durch die Präparation künstlich bewirkten Schnittende fast nie ein Ende sichtbar; bei dieser zweiten, ästigen Varietät dagegen kommen oft kurze Fragmente vor, wie Stücke von Arabesken gewunden und verzweigt. Ohne daß die Aeste in dem Stamme vorgebildet wären, nimmt doch die Dicke der Fasern in der Regel von einem Ende gegen die Aeste hin allmählig ab, auch haben die stärkeren zuweilen ein längsstreifiges Ansehen und einzelne Längsspalten, wie eine Gerte, deren Holzbündel durch Biegen oder Einknicken auseinander gerissen sind. Die stärksten haben eine Breite von 0,0024—0,0029‴, die feinsten kurzen Aeste sind kaum stärker, als die primären Bindegewebefibrillen (0,0005‴)[1].

Eine dritte Varietät entsteht dadurch, daß die Aeste einer elastischen Faser sich theilen und wieder zusammentreten oder sich an benachbarte Stämme anlegen und mit denselben verschmelzen. An manchen Stellen sind die Zwischenräume im Verhältniß zum Durchmesser der Fasern beträchtlich und die anastomosirenden Aeste gehen unter spitzen Winkeln ab, so daß sie so ziemlich der Richtung der Stämme folgen und im Ganzen das Bild paralleler und der Länge nach verlaufender Fasern durch die Anastomosen nicht gestört wird. An anderen Stellen sind die Anastomosen so zahlreich und die Zwischenräume im Verhältniß zu den Fasern so klein, daß man mehr eine netzförmig durchbrochene Membran mit größeren und kleineren, rundlichen oder ovalen Oeffnungen vor sich zu haben glaubt (Taf. II. Fig. 11). Einzelne zusammenfließende Aeste finden sich schon in den gelben Bändern. Vorherrschend aber wird diese Form in der elastischen Haut der Gefäße (s. unten). Sie kommt als zusammenhängende Schicht auf der Oberfläche mancher, aus Bindegewebe gebildeten Membranen vor und steht nach der Tiefe hin mit den interstitiellen Kernfasern so in Verbindung, daß auch hier eine Grenze zwischen den Elementen der elastischen Schicht und den Kernfasern nicht anzugeben ist.

Die aus elastischem Gewebe zusammengesetzten Theile haben eine viel größere Elasticität und viel geringere Cohäsion, als die

[1] 0,0008—0,0020 Lauth. 0,0006—0,0023 im Lig. nuchae des Ochsen; 0,0016 in den Ligamenta flava des Menschen Eulenberg. 0,0018 bis 0,0025 Gerber. 0,0008 – 0,0012 Krause.

[illegible], wie dies aus Vergleichung der gelben [illegible] mit gleich starken fibrösen Bändern oder [illegible] der [illegible]; die gelben Bänder haben auch nicht das fase[illegible] der fibrösen; sie lassen sich nicht so gut in Bündel [illegible] reißen auch leicht nach der Quere und zeigen dann auf dem Risse scharfe Ränder. Die Brüchigkeit dieses Gewebes zeigt sich auch schon an den Elementarfasern, da sie so leicht in kleine Fragmente mit scharfen Bruchenden zerfallen, und ist besonders auffallend im Vergleich mit dem Bindegewebe, welches bei größerer Feinheit eine viel bedeutendere Ausdehnung verträgt, ohne zu zerreißen, und, wenn es zerreißt, sich wie eine zähe Substanz nach beiden Seiten langsam und mit Kräuselung zurückzieht. Die gelben Bänder schmelzen beim Erhitzen, blähen sich auf und hinterlassen nach völliger Verbrennung eine geringe, weiße, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke bestehende Asche. Berzelius fand die gelben Bänder des Menschen nach 16stündigem Kochen im Wasser unverändert; eine geringe Menge Leim, welche das Wasser alsdann aufgelöst enthält, soll von anhängendem und die Bänder durchsetzendem Bindegewebe herrühren. Aus dem Nackenbande des Ochsen erhielt Eulenberg (p. 17) nach mehrtägigem Kochen eine ansehnliche Menge Leim (14 Gr. aus 31 Gr.). Die Ligamenta flava werden von concentrirter Essigsäure selbst nach mehrwöchentlicher Digestion nicht aufgelöst oder aufgeweicht. In Schwefel-, Salpeter- und Essigsäure lösen sie sich nach Berzelius ohne Zersetzung und langsam bei gewöhnlicher Temperatur, rascher bei Verdünnung und gelinder Erwärmung. Ebenso verhalten sie sich zu kaustischem Kali. Die Auflösungen durch Säuren werden weder von Alkali, noch von Cyaneisenkalium, wohl aber von Galläpfelinfusion gefällt. Der Niederschlag durch letztere ist größtentheils in kochendem Wasser und Alkohol löslich. Eulenberg fand das elastische Gewebe in verdünnten Säuren schwer und namentlich in verdünnter Salzsäure fast unlöslich; nur in verdünnter Schwefelsäure soll es sich schneller auflösen. Er bestätigt seine Unlöslichkeit in Essigsäure [1].

[1] Valentin (Müll. Arch. 1838. S. 224) erhielt aus den elastischen Fasern, welche die innere Schicht der Pleura bilden, wenn er sie ¼—½ Stunde mit concentrirter Essigsäure im Sandbade digerirte, eine Lösung, welche nach einigem Stehen ziemlich stark durch Eisenkaliumcyanid gefällt wurde. Hier war indeß jedenfalls Bindegewebe beigemischt.



Im menschlichen Körper rechnen wir die folgenden Gebilde zum elastischen Gewebe:

1. Die gelben Bänder der Wirbelsäule, welche an den Seitentheilen der Wirbelbogen vom unteren Rande eines jeden zum oberen Rande des nächst unteren gehen. Die Form der Primitivfasern dieser Bänder ist bereits beschrieben. Die Fasern verlaufen im Allgemeinen der Länge nach dicht nebeneinander liegend und sind nur mit einer sehr geringen Menge von Bindegewebebündeln durchwebt, so daß man große Partien ihres Gewebes unter das Mikroskop bringen kann, ohne einem Bündel von Bindegewebe zu begegnen. – Die äußerste Hülle der Bänder bildet ein formloses Bindegewebe mit einer geringen Zahl eingestreueter Kernfasern, welches sich vor anderem Bindegewebe durch die starken und dichten Wellenbiegungen auszeichnet. Die Bindegewebebündel im Innern haben oft auffallend scharfe Contouren und minder deutliche Faserung, als an den meisten anderen Stellen. Die gelben Bänder unterscheiden sich von den fibrösen auch durch die Art ihrer Befestigung an den Knochen. Diese scheint ohne Vermittelung von Bindegewebe zu geschehen. Man kann sie mit einer Zange so vom Wirbel losreißen, daß nichts von ihnen hängen bleibt, sondern die Fläche des Knochens, der sie anhängen, ganz entblößt wird [1].

2. Die Bänder oder Membranen, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter sich und den Kehlkopf mit dem Zungenbeine verbinden. Lauth [2] betrachtet als Ursprungsstelle des elastischen Gewebes des Kehlkopfes die untere Hälfte des Winkels des Schildknorpels zwischen der Insertion der Musc. thyreoarytaenoidei. Von da aus gehen die Fasern desselben in Form einer continuirlichen Membran etwas aufwärts, rückwärts und abwärts. Der rückwärtsgehende Theil befestigt sich an den oberen Rand des Ringknorpels und hinten an die vordere Ecke der Basis des Gießbeckenknorpels und an dessen vordere Kante; er setzt sich als dünne Schicht unter der Schleimhaut des Morgagni'schen Ventrikels fort und überzieht auch die oberen Stimmbänder. Längs dem unteren Rande erhält er ein Bündel verstärkender, von vorn nach hinten laufender Fasern, welches das **Ligamentum thyreoarytaenoideum inferius** bildet und zwischen der

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. I. 367.

2 *Mém. de l'acad de médecine. 1835.*

aus Bindegewebe gebildeten, wie dies aus Vergleichung der gelben Bänder der Wirbelsäule mit gleich starken fibrösen Bändern oder Sehnen hervorgeht; die gelben Bänder haben auch nicht das faserige Ansehen der fibrösen; sie lassen sich nicht so gut in Bündel zerlegen, sondern reißen auch leicht nach der Quere und zeigen dann auf dem Risse scharfe Ränder. Die Brüchigkeit dieses Gewebes zeigt sich auch schon an den Elementarfasern, da sie so leicht in kleine Fragmente mit scharfen Bruchenden zerfallen, und ist besonders auffallend im Vergleich mit dem Bindegewebe, welches bei größerer Feinheit eine viel bedeutendere Ausdehnung verträgt, ohne zu zerreißen, und, wenn es zerreißt, sich wie eine zähe Substanz nach beiden Seiten langsam und mit Kräuselung zurückzieht. Die gelben Bänder schmelzen beim Erhitzen, blähen sich auf und hinterlassen nach völliger Verbrennung eine geringe, weiße, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke bestehende Asche. Berzelius fand die gelben Bänder des Menschen nach 16stündigem Kochen im Wasser unverändert; eine geringe Menge Leim, welche das Wasser alsdann aufgelöst enthält, soll von anhängendem und die Bänder durchsetzendem Bindegewebe herrühren. Aus dem Nackenbande des Ochsen erhielt Eulenberg (p. 17) nach mehrtägigem Kochen eine ansehnliche Menge Leim (14 Gr. aus 31 Gr.). Die Ligamenta flava werden von concentrirter Essigsäure selbst nach mehrwöchentlicher Digestion nicht aufgelöst oder aufgeweicht. In Schwefel-, Salpeter- und Essigsäure lösen sie sich nach Berzelius ohne Zersetzung und langsam bei gewöhnlicher Temperatur, rascher bei Verdünnung und gelinder Erwärmung. Ebenso verhalten sie sich zu kaustischem Kali. Die Auflösungen durch Säuren werden weder von Alkali, noch von Cyaneisenkalium, wohl aber von Galläpfelinfusion gefällt. Der Niederschlag durch letztere ist größtentheils in kochendem Wasser und Alkohol löslich. Eulenberg fand das elastische Gewebe in verdünnten Säuren schwer und namentlich in verdünnter Salzsäure fast unlöslich; nur in verdünnter Schwefelsäure soll es sich schneller auflösen. Er bestätigt seine Unlöslichkeit in Essigsäure[1].

[1] Valentin (Müll. Arch. 1838. S. 224) erhielt aus den elastischen Fasern, welche die innere Schicht der Pleura bilden, wenn er sie $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde mit concentrirter Essigsäure im Sandbade digerirte, eine Lösung, welche nach einigem Stehen ziemlich stark durch Eisenkaliumcyanid gefällt wurde. Hier war indeß jedenfalls Bindegewebe beigemischt.

Im menschlichen Körper rechnen wir die folgenden Gebilde zum elastischen Gewebe:

1. Die gelben Bänder der Wirbelsäule, welche an den Seitentheilen der Wirbelbogen vom unteren Rande eines jeden zum oberen Rande des nächst unteren gehen. Die Form der Primitivfasern dieser Bänder ist bereits beschrieben. Die Fasern verlaufen im Allgemeinen der Länge nach dicht nebeneinander liegend und sind nur mit einer sehr geringen Menge von Bindegewebebündeln durchwebt, so daß man große Partien ihres Gewebes unter das Mikroskop bringen kann, ohne einem Bündel von Bindegewebe zu begegnen. – Die äußerste Hülle der Bänder bildet ein formloses Bindegewebe mit einer geringen Zahl eingestreuter Kernfasern, welches sich vor anderem Bindegewebe durch die starken und dichten Wellenbiegungen auszeichnet. Die Bindegewebebündel im Innern haben oft auffallend scharfe Contouren und minder deutliche Faserung, als an den meisten anderen Stellen. Die gelben Bänder unterscheiden sich von den übrigen auch durch die Art ihrer Befestigung an den Knochen. Diese scheint ohne Vermittelung von Bindegewebe zu geschehen. Man kann sie mit einer Zange so vom Wirbel losreißen, daß nichts von ihnen hängen bleibt, sondern die Fläche des Knochens, der sie anhängen, ganz entblößt wird[1].

2. Die Bänder oder Membranen, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter sich und den Kehlkopf mit dem Zungenbeine verbinden. Lauth[2] betrachtet als Ursprungsstelle des elastischen Bandes des Kehlkopfes die untere Hälfte des Winkels des Schildknorpels zwischen den Insertionen der Mm. thyreoarytaenoidei. Von da aus gehen die Fasern desselben in Form einer continuirlichen Membran abwärts, rückwärts und aufwärts. Der [illegible] Theil befestigt sich an dem oberen Rande des Ringknorpels und unten an der vordern Ecke der Basis des Gießbeckenknorpels und an dessen vorderem Rande; er legt sich als dünne Schicht unter die Schleimhaut des Morgagni'schen [illegible] und die [illegible] [illegible]. Längs dem unteren Rande [illegible] [illegible], [illegible] welches das Ligamentum thyreoarytaenoideum inferius bildet und zwischen der

1 E. H. Weber [illegible] Bd. 1 S. [illegible]
2 [illegible]

aus Bindegewebe gebildeten, wie dies aus Vergleichung der gelben Bänder der Wirbelsäule mit gleich starken fibrösen Bändern oder Sehnen hervorgeht; die gelben Bänder haben auch nicht das faserige Ansehen der fibrösen; sie lassen sich nicht so gut in Bündel zerlegen, sondern reißen auch leicht nach der Quere und zeigen dann auf dem Risse scharfe Ränder. Die Brüchigkeit dieses Gewebes zeigt sich auch schon an den Elementarfasern, da sie so leicht in kleine Fragmente mit scharfen Bruchenden zerfallen, und ist besonders auffallend im Vergleich mit dem Bindegewebe, welches bei größerer Feinheit eine viel bedeutendere Ausdehnung verträgt, ohne zu zerreißen, und, wenn es zerreißt, sich wie eine zähe Substanz nach beiden Seiten langsam und mit Kräuselung zurückzieht. Die gelben Bänder schmelzen beim Erhitzen, blähen sich auf und hinterlassen nach völliger Verbrennung eine geringe, weiße, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke bestehende Asche. Berzelius fand die gelben Bänder des Menschen nach 16stündigem Kochen im Wasser unverändert; eine geringe Menge Leim, welche das Wasser alsdann aufgelöst enthält, soll von anhängendem und die Bänder durchsetzendem Bindegewebe herrühren. Aus dem Nackenbande des Ochsen erhielt Eulenberg (p. 17) nach mehrtägigem Kochen eine ansehnliche Menge Leim (14 Gr. aus 31 Gr.). Die Ligamenta flava werden von concentrirter Essigsäure selbst nach mehrwöchentlicher Digestion nicht aufgelöst oder aufgeweicht. In Schwefel-, Salpeter- und Essigsäure lösen sie sich nach Berzelius ohne Zersetzung und langsam bei gewöhnlicher Temperatur, rascher bei Verdünnung und gelinder Erwärmung. Ebenso verhalten sie sich zu kaustischem Kali. Die Auflösungen durch Säuren werden weder von Alkali, noch von Cyaneisenkalium, wohl aber von Galläpfelinfusion gefällt. Der Niederschlag durch letztere ist größtentheils in kochendem Wasser und Alkohol löslich. Eulenberg fand das elastische Gewebe in verdünnten Säuren schwer und namentlich in verdünnter Salzsäure fast unlöslich; nur in verdünnter Schwefelsäure soll es sich schneller auflösen. Er bestätigt seine Unlöslichkeit in Essigsäure[1].

[1] Valentin (Müll. Arch. 1838. S. 224) erhielt aus den elastischen Fasern, welche die innere Schicht der Pleura bilden, wenn er sie $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde mit concentrirter Essigsäure im Sandbade digerirte, eine Lösung, welche nach einigem Stehen ziemlich stark durch Eisenkaliumcyanid gefällt wurde. Hier war indeß jedenfalls Bindegewebe beigemischt.

Im menschlichen Körper rechnen wir die folgenden Gebilde zum elastischen Gewebe:

1. Die gelben Bänder der Wirbelsäule, welche an den Seitentheilen der Wirbelbogen vom unteren Rande eines jeden zum oberen Rande des nächst unteren gehen. Die Form der Primitivfasern dieser Bänder ist bereits beschrieben. Die Fasern verlaufen im Allgemeinen der Länge nach dicht nebeneinander liegend und sind nur mit einer sehr geringen Menge von Bindegewebebündeln durchwebt, so daß man große Partien ihres Gewebes unter das Mikroskop bringen kann, ohne einem Bündel von Bindegewebe zu begegnen. Die äußerste Hülle der Bänder bildet ein formloses Bindegewebe mit einer geringen Zahl eingestreueter Kernfasern, welches sich vor anderem Bindegewebe durch die starken und dichten Wellenbiegungen auszeichnet. Die Bindegewebebündel im Innern haben oft auffallend scharfe Contouren und minder deutliche Faserung, als an den meisten anderen Stellen. Die gelben Bänder unterscheiden sich von den fibrösen auch durch die Art ihrer Befestigung an den Knochen. Diese scheint ohne Vermittelung von Bindegewebe zu geschehen. Man kann sie mit einer Zange so vom Wirbel losreißen, daß nichts von ihnen hängen bleibt, sondern die Fläche des Knochens, der sie anhängen, ganz entblößt wird[1].

2. Die Bänder oder Membranen, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter sich und den Kehlkopf mit dem Zungenbeine verbinden. Lauth[2] betrachtet als Ursprungsstelle des elastischen Gewebes des Kehlkopfes die untere Hälfte des Winkels des Schildknorpels zwischen der Insertion der Musc. thyreoarytaenoidei. Von da aus gehen die Fasern desselben in Form einer continuirlichen Membran etwas aufwärts, rückwärts und abwärts. Der rückwärtsgehende Theil befestigt sich an den oberen Rand des Ringknorpels und hinten an die vordere Ecke der Basis des Gießbeckenknorpels und an dessen vordere Kante; er setzt sich als dünne Schicht unter der Schleimhaut des Morgagni'schen Ventrikels fort und überzieht auch die oberen Stimmbänder. Längs dem unteren Rande erhält er ein Bündel verstärkender, von vorn nach hinten laufender Fasern, welches das Ligamentum thyreoarytaenoideum inferius bildet und zwischen der

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. I. 367.

2 *Mém. de l'acad de médecine. 1835.*

Schleimhaut und dem Muskel liegt. Der abwärts gehende Theil wird ebenfalls durch ein plattes Bündel verstärkt, das Lig. cricothyreoideum medium. Dünner ist die Schicht des elastischen Gewebes in der Trachea, noch dünner und feiner, netzförmig in den Bronchien; dort bilden die Fasern, wo sie etwas gehäufter liegen, die gelben Streifen, welche durch die Schleimhaut durchscheinen. Sie verlaufen der Länge nach unmittelbar unter der Schleimhaut, zwischen ihr und den Muskeln oder Knorpeln. Auf der äußeren Fläche des Kehlkopfes und der Bronchien kommen ebenfalls elastische Fasern vor, aber seltener und ohne bestimmte Richtung. Von der Mitte der hinteren Fläche der Cart. cricoidea geht ein kurzes und etwas stärkeres Ligament, aus elastischen Fasern, zur hinteren muskulösen Wand der Trachea und breitet sich in derselben aus. Im Ligamentum thyreoepiglotticum, glossoepiglotticum und stylohyoideum finden sich elastische Fasern[1].

Der Form nach gehört die Mehrzahl dieser Fasern der ersten Varietät an. Ueberall hat an der Zusammensetzung der Membranen und Ligamente das Bindegewebe einen wesentlichen Antheil. Am reinsten noch erscheint das elastische Gewebe im unteren Stimmbande.

3. Eine Schicht elastischer Fasern umgiebt von außen die Speiseröhre und bewerkstelligt die Verbindung ihrer vorderen Wand mit der hinteren Wand der Respirationsorgane. Die Fasern sind nicht sehr zahlreich, aber von auffallender Stärke, wenig verästelt. Aehnliche kommen auch zwischen Muskelhaut und Schleimhaut des Verdauungscanales vor, am Oesophagus bis zur Kardia und am untersten Theile des Mastdarmes einige Zoll weit aufwärts (Eulenberg).

4. In vielen Fascien finden sich stellenweise elastische Fasern in solcher Menge, daß es zweifelhaft werden kann, ob man diese Membranen als elastische oder fibröse ansehen soll. Dahin gehört z. B. die Fascia lata und namentlich, wie auch Eulenberg anführt, der innere Theil derselben, welcher am absteigenden Aste des Schambeines seinen Ursprung nimmt, ferner die Fascia superficialis und das Ligamentum suspensorium penis, die Fascie des Brustmuskels besonders an dessen unterem Rande, des Oberarmes, des Hand- und Fußrückens u. s. f. Viele dieser elastischen Fasern

[1] Eulenberg. p. 13.

haben die Charaktere der Kernfasern des Bindegewebes, sie sind fein und unverzweigt, doch ist auch die zweite und dritte Varietät an den angeführten Stellen nicht selten.

5. Unter dem Epithelium mancher serösen Häute zeigt sich, wie bereits früher bemerkt wurde, an vielen Stellen eine continuirliche und dicht gedrängte Schicht elastischer Fasern, welche meist einander ziemlich parallel verlaufen und durch Anastomosen, die unter spitzen Winkeln von den Stämmen abgehen, mit einander zusammenhängen. Am auffallendsten ist diese Schicht an dem Peritoneum, welches die vordere Bauchwand und die untere Wand des Zwerchfelles überzieht, an den Bauchfellbändern der Leber, dem Ueberzuge der Blase, schwächer an dem Peritonealüberzuge des Darmes; sie fehlt an dem Ueberzuge der Nieren und der Leber. Die Pleura der Brustwände hat eine elastische Schicht, nicht aber die Lungenpleura und auch dem Herzbeutel fehlt sie. In der serösen Haut des Gehirnes und Rückenmarkes und in den Synovialmembranen ist selbst die Zahl der Kernfasern unbedeutend.

Der Durchmesser der stärkeren elastischen Fasern des Peritoneums beträgt 0,0014—0,0026‴. Ihre Contouren sind in der Regel minder dunkel, als die der elastischen Fasern an anderen Körperstellen.

6. In der Cutis findet man, besonders wenn man sie mit Essigsäure durchsichtig gemacht hat, elastische Fasern in großer Menge, welche zwar einerseits in die Kernfasern des Bindegewebes übergehen, von denen aber auch viele alle Charaktere der Fasern in den gelben Bändern zeigen.

7. Von den Häuten der Gefäße gehört nur die äußere Haut der Arterien, welche unmittelbar nach innen auf die Bindegewebehaut derselben folgt, zu dem elastischen Gewebe, und zwar zur dritten Varietät. Eine ähnliche, nur schwächere elastische Membran mit longitudinalem Verlaufe kommt in den Venen ebenfalls unterhalb der Bindegewebehaut vor. Mit Unrecht sind die anderen Gefäßhäute (mittlere und innere) dem elastischen Gewebe beigezählt worden. Ich verweise darüber auf das folgende Capitel, wo die Structur der Gefäßhäute im Zusammenhange vorgetragen werden soll.

Physiologie.

Von den physiologischen Verhältnissen des elastischen Gewebes ist nur wenig bekannt. Die gelben Bänder, die einzigen Gebilde, in welchen dasselbe allein und in größerer Masse vorkommt, scheinen keine Nerven, und Gefäße nur in sehr geringer Zahl zu besitzen. Schließt man die mittlere Arterienhaut aus, so können wir den elastischen Fasern keine lebendige Contractilität zuschreiben. Die Entwickelung derselben ist auf verschiedene Weise dargestellt worden. Schwann[1] giebt von dem Lig. nuchae nur an, daß es bei einem Schaffötus grau und durchscheinend, undeutlich längsgefasert war und viele Zellenkerne enthielt; rechnet aber die elastischen Fasern zu denjenigen, welche durch Verlängerung, Verästelung und Zerfaserung von Elementarzellen entstehen. Valentin[2] sah im Nackenbande eigenthümliche, granulöse, äußerlich mit kleinen Moleculen besetzte Fasern durch Verschmelzung primärer Zellen sich bilden. Von elastischen Fasern sey anfangs noch keine Spur vorhanden. Sie erscheinen erst später und fassen die früheren, abgeplatteten, in ihren Wandungen granulirten Zellen zwischen sich, entstehen daher, wie Valentin annimmt, entweder als eine Circumpositionssubstanz oder auf ähnliche Weise, wie die Knochensubstanz in den Knorpel mit ihren Zacken vordringt. Gerber[3] bezeichnet als Grundlage der elastischen Fasern die Intercellularsubstanz. Die ursprünglichen Elementarzellen sollen sich nämlich in der Richtung der ursprünglichen Faserung verlängern, platt und spindelförmig werden, ohne sich indeß untereinander zu verbinden. Es entsteht zwischen den Zellen ein Netz von Intercellularsubstanz, welches selbstständig organisirt wird, während die Zellen entweder schwinden oder bleiben. Es ist ihm aber wahrscheinlich, daß sich auch in der Intercellularsubstanz zuerst hohle Zellen bilden, welche zu den elastischen Fasern zusammenstoßen. Durch die Vergleichung mit der Entwickelung des Bindegewebes und seiner Kernfasern ergiebt sich noch eine andere Hypothese. Es würden die von Valentin beobachteten, aus verschmolzenen Zellen gebildeten Fasern den Bündeln des Bindegewebes, die elastischen Fasern den Kernfasern desselben ent-

1 Mikroskop. Unters. S. 151.

2 Müll. Arch. 1840. S. 216. R. Wagner's Physiol. I, 137.

3 Allg. Anat. S. 119.

sprechen, welche, wie oben dargethan worden ist, ebenso zwischen den Bindegewebebündeln sich entwickeln. Da diese aus den Kernen hervorgehen, so würde der Analogie nach auf eine ähnliche Entstehung der elastischen Fasern zu schließen seyn. Bei der großen Verwandtschaft der Kernfasern des Bindegewebes und der elastischen Fasern und dem allmähligen Uebergange von jenen zu diesen möchte man zu dem Schlusse kommen, daß das elastische Gewebe nur ein modificirtes Bindegewebe sey, in der Weise, daß bei den einfachen, mit Bindegewebe gemischten elastischen Membranen die interstitiellen Kernfasern nur zufällig als eine obere, continuirliche Schicht sich darstellen, daß sie dagegen in den gelben Bändern nach und nach die Oberhand gewonnen und zuletzt das eingehüllte Bindegewebe gänzlich verdrängt hätten. Auch bei der Beschreibung der Gefäßhäute werden wir noch auf Thatsachen stoßen, welche diese Ansicht unterstützen.

Vielleicht findet beides statt und elastische Fasern entstehen sowohl aus Kernen der primären Zellen, als auch frei in der Intercellularsubstanz (gleich den Fasern der Faserknorpel).

Die Gebilde aus elastischem Gewebe dienen, wie die aus geformtem Bindegewebe, als Bänder zur Verbindung von Knochen und Knorpeln, als Membranen zur Bildung von Schläuchen, zur Begrenzung von Höhlen und zur Umhüllung von Muskeln. Sie gewähren aber den Vortheil theils einer größeren Dehnbarkeit, theils einer festeren Unterstützung, wodurch sie der ausdehnenden Kraft besser widerstehen und den Muskeln ihr Geschäft erleichtern, wo eine anhaltende Thätigkeit derselben erfordert würde. Wenn demnach z. B. die Muskeln, welche die Wirbelsäule nach vorn beugen, die Gießbeckenknorpel nach hinten ziehen oder die Epiglottis herabdrücken, den Widerstand der elastischen Bänder zu überwinden haben, so wird dagegen die aufrechte Stellung der Wirbelsäule und das Offenstehen der Stimmritze, welches der gewöhnlichere Zustand ist, schon durch die elastischen Bänder derselben bewirkt. Ja es kann ein elastisches Band allein als Antagonist von Muskeln angelegt seyn, wie z. B. beim Menschen das **Ligamentum glossoepiglotticum**, da dem Menschen der **Musc. glossoepiglotticus**, den die Thiere besitzen, in der Regel fehlt.

Bei den Thieren kommt elastisches Gewebe auch noch an anderen Stellen und hier auch mitunter in größeren Massen

vor, als überhaupt beim Menschen. Das Nackenband, welches bei den Säugethieren von den Dornfortsätzen der Rückenwirbel zum Hinterhaupte geht, besteht aus elastischen Fasern. Ferner gehören dahin bei den Katzen die Bänder, welche die Krallen einziehen, bei dem Pferde und einigen anderen Thieren ein Stück der Orbitalhaut (Bendz in Müll. Arch. 1841. S. 196), bei den Vögeln die Sehne des Muskels, welcher die Flughaut ausgespannt erhält, und bei einigen Arten der Straußartigen ein rundliches Band, welches den Penis zurückzieht. Eulenberg rechnet zum elastischen Gewebe auch einen wenig elastischen, sehnigen Strang, welcher im Wirbelcanale der Fische über dem Rückenmarke in einer eigenen Scheide liegt und wenig verflochtene, sehr feine elastische Fasern mit Sehnenfasern gemischt enthält (p. 18).

Schon Bichat gedenkt der Verschiedenheit der gelben Bänder von anderen Sehnen (*Anat. gén. III. 218*); Cloquet machte auf ihre Aehnlichkeit mit der mittleren Arterienhaut, dem Nackenbande und der Haut der Lungen aufmerksam (*Anat. de l'homme. 1821. I, 5*) und vereinigte beide als elastisches System, wozu nach und nach noch mehrere Gebilde kamen, die sich durch Elasticität und gelbe Farbe auszeichneten. Die eigenthümlichen Fasern dieses Gewebes entdeckte Lauth (*L'Institut. 1834. No. 57*). Unter Schwann's Leitung unternahm später Eulenberg eine umfassende mikroskopische und chemische Arbeit über das elastische Gewebe, mit Einschluß der mittleren Arterienhaut (De tela elastica. 1836) welcher ich, soweit sie das eigentliche elastische Gewebe betrifft, nach wiederholten Untersuchungen desselben kaum etwas zuzusetzen fand. Daß die Anastomosen der elastischen Fasern durch Theilung der einfachen Fasern entstehen und die abgehenden Aeste im Stamme nicht vorgebildet seyn sollten, wie Lauth und Eulenberg angaben und Gurlt zu bestätigen scheint (Physiol. 1837. S. 21. Taf. I. Fig. 9) hat zu einigen Discussionen Anlaß gegeben. Räuschel (De arteriarum et venarum structura. 1836. p. 4) hält es für wahrscheinlich, daß die Fasern im Nackenbande des Ochsen aus feinen Fasern zusammengesetzt seyen; er giebt den Durchmesser derselben auf 0,00625''' an, was freilich vermuthen läßt, daß er keine Primitivfasern vor sich gehabt habe. Derselben Ansicht ist Valentin (Repertor. 1837. S. 51), weil man an der Stelle der Bifurcation eine in den Stamm hineingehende Linie sehe, weil die elastischen Fasern des Chorion von Python tigris nach Behandlung mit kaustischem Kali Strecken weit eine Zusammensetzung aus parallel nebeneinander liegenden Fäden zeigen, ferner (Müll. Arch. 1838. S. 223) weil die elastischen Fasern bei größeren Thieren größer seyen als bei kleineren, während wohl die Bündel, nicht aber die Elementartheile der Gewebe mit der Größe des Thieres im Verhältniß zu stehen pflegen. Ob die Fasern des Chorion wirklich zu den elastischen gehören, ist indeß zweifelhaft,

die übrigen Einwürfe scheinen mir von geringerem Gewicht. Allerdings setzt sich die Spaltung von einer Theilungsstelle eine Strecke weit in den Stamm fort, aber auch nur eine Strecke weit, und was den Durchmesser der elastischen Fasern betrifft, so finden sich bei allen Thieren starke und feine nebeneinander. Für die Einfachheit auch der breiteren Fasern spricht dagegen die Weise ihrer Entwickelung, welchen der muthmaßlichen Typen sie befolge.

Räuschel, welcher die Fasern der elastischen Gewebe und der mittleren Arterienhaut für identisch nimmt, hält dieselben für hohl, weil an den letzteren auf der Fläche eine punktirte Linie und auf dem Durchschnitte ein centraler Punkt erscheine. Auf diese Eigenthümlichkeit der Arterienfaser werde ich im folgenden Abschnitte zurückkommen. An den Fasern der Gewebe, die wir hier zusammengestellt haben, ist nichts davon zu bemerken.

Abbildungen von elastischen Fasern finden sich, außer den bereits angegebenen, bei Skey, *Philos. transact. 1837. Tab. XIX fig. 4*, und Gerber, Allg. Anat. Taf. II. Fig. 49. Taf. III. Fig. 54.

Vom Nahrungssafte und den saftführenden Gefäßen.

Die Grundlage auch der zusammengesetztesten organischen Körper ist ein Bläschen, welches die Fähigkeit besitzt, äußere, ihm fremde Substanzen in sich aufzunehmen, und in einer gewissen Weise umzuwandeln, wodurch es wächst und neue Bläschen erzeugt, welche zuletzt alle, nach einem, dem Keime vom Anfang an immanenten Gesetze entwickelt und verbunden, den organischen Leib constituiren. Wenn diese Fähigkeit zur Aeußerung kommen soll, muß das ursprüngliche Bläschen mit Stoffen von bestimmten chemischen Qualitäten umgeben seyn; die Stoffe müssen luftförmig oder in Flüssigkeiten aufgelöst seyn, um, unter dem Einflusse der Wärme, die Wand zu durchdringen. Ohne dieselben würde der entwickelungsfähige Keim für alle Zeiten unentwickelt schlummern. Die Materien, mit welchen sich das Bläschen oder die Zelle tränken und mittelst welcher sie wachsen und neue Zellen bilden kann, sind die **Nahrungsmittel** im weitesten Sinne des Wortes, es gehört dazu auch der Sauerstoff, welcher aufgelöst in Flüssigkeiten oder gasförmig durch die Atmosphäre zugeführt wird.

Allein nicht blos zum Wachsen und zum Ansatze neuer Substanz bedarf die lebende Zelle der Nahrungsmittel. Durch die Wechselwirkung, in welcher die Elementartheile eines Organismus zu einander stehen, deren Aeußerung das ist, was wir die physio-

logische Function nennen, erleidet jeder derselben in jedem Augenblicke Veränderungen, welche dadurch ausgeglichen werden, daß neue Zufuhr von Nahrungsmitteln und ein Austausch zwischen ihnen und dem bereits Organisirten möglich ist. So werden auch durch zufällige äußere Einflüsse (Reize) Alterationen der lebenden Materie bewirkt, die, ohne Erneuerung derselben, mit ihrer Zerstörung endigen müßten. Die Zerstörung wird uns erkennbar dadurch, daß die Wechselwirkung, worauf die physiologische Function beruht, aufhört und daß die Materie, sich selbst überlassen, in dem großen Haushalte der Schöpfung wieder zum Nahrungsmittel für andere Organismen werden kann.

Sobald die Entwickelung des Keimes, die Sonderung desselben in seine verschiedenen Systeme und die Beziehung dieser Systeme auf einander begonnen hat, ist Erneuerung der Substanz, die wir mit dem Worte Ernährung bezeichnen, für jeden derselben nothwendige Bedingung. Es fand sich schon Gelegenheit zu bemerken, daß auch die scheinbar unorganisch gewordenen Productionen an der Oberfläche des Körpers, die Horngebilde, leben und nur leben durch die Nahrung, welche sie von ihrer Matrix aus erhalten. Indeß ist die Lebenszähigkeit der einzelnen organischen Elemente, d. h. die Zeit, bis zu welcher sie der Nahrung ohne dauernden Nachtheil entbehren können, bei den verschiedenen organischen Elementen verschieden. Wie rasch aber der Stoffwechsel seyn könne und mitunter seyn müsse, beweist das momentane Erlöschen der Gehirnthätigkeit bei dem Mangel arteriellen Blutes.

Es ist somit die Existenz der organischen Materie, ihr Wachsen wie ihre Ernährung an die Zuleitung der Nahrungsmittel geknüpft.

Diese erfolgt sehr einfach und auf die leichteste Weise bei den niedersten Pflanzen, z. B. den Gährungspilzen, die nur aus einer Zelle oder mehreren aneinandergereihten Zellen bestehen. Jede derselben zieht unmittelbar aus dem Medium, in welchem sie sich befinden, die geeigneten Stoffe an sich. Bei den complicirteren Organismen bedurfte es, abgesehen von der etwa nothwendigen Vorbereitung der Nahrungsmittel, Zerkleinerung und Auflösung derselben, einer Veranstaltung, damit jedes organische Element mit den frischen Nahrungssäften in Berührung komme. Ganz allgemein gelangen diese daher bei den Thieren in eine innere Höhle, den Verdauungscanal, und werden von da aus, so weit sie brauchbar sind, durch den Körper verbreitet. Es scheint dies bei einigen durch un-

mittelbare Verzweigung der Verdauungshöhle zu geschehen, wie bei den Hydren, den polygastrischen Infusorien, Bandwürmern, Medusen (?). Der Inhalt dieser Höhle wird, nachdem er den Körper durchwandert, assimilirbare Stoffe abgegeben und zersetzte aufgenommen hat, entweder wieder durch den Mund oder durch einen After entleert. Die Aufnahme von Sauerstoff (Respiration) kann möglicherweise durch die Haut oder, bei den Medusen, durch die Magenwände stattfinden, da die Magenhöhle nur durch sehr dünne Wände von den Athemhöhlen geschieden ist. Wenn man aus den noch zur Zeit sehr mangelhaften Untersuchungen über die Planarien und Trematoden einen Schluß ziehen darf, so geht bei diesen Thieren der Nahrungssaft aus den letzten Aesten des verzweigten Darmes unmittelbar in ein Gefäßsystem über, und wird, nachdem er den Körper durchkreist, bei den Trematoden durch ein eigenthümliches Excretionsorgan am hinteren Körperende wieder ausgeleert. Bei den meisten und namentlich den höheren und besser gekannten Thieren aber beginnt auf den inneren Wänden des Darmcanales ein in sich geschlossenes System von Röhren, in welches die Nahrungssäfte nicht durch offene Communication, sondern durch Imbibition oder Aufsaugung eintreten; sie kommen mittelst dieses Röhrensystemes in einem besonderen Organ, Kieme oder Lunge, mit dem Sauerstoffe des Wassers oder der Luft in Berührung, sie verbreiten sich durch den ganzen Körper und werden, nachdem sie durch den Stoffwechsel mit den festen Theilen unbrauchbar geworden sind, nicht in Masse wieder aus dem Körper entfernt, sondern theils aufs Neue dem Einflusse des Sauerstoffes ausgesetzt, theils mittelst besonderer Organe gewissermaßen gereiniget. Solche Organe sind die Drüsen, oder um allgemeiner zu reden, die absondernden Häute, deren Elementartheile, wie alle andere, sich aus dem Nahrungssafte mit bestimmten Stoffen tränken, aber dann ihren Inhalt über die Grenze des Organismus nach außen entleeren.

Es ist hier nicht der Ort, um weiter zu erörtern, auf wie vielfache Weise die Nahrungssäfte diese ihre Bahn durch den Körper vollenden. Eine Vereinfachung der letzteren ist auch bei dem ausgebildetsten Organismus dadurch erzielt, daß die neu aufgenommenen Nahrungsstoffe nicht direct zu den Respirationsorganen gelangen, sondern mit den aus dem Körper zurückkehrenden Säften. Mit diesen treten sie bei dem Menschen und den zunächst stehenden Thieren in das rechte Herz und von da aus zu den Lungen. Die

aus den Lungen zurückströmende Flüssigkeit, das arterielle Blut, verbreitet sich in dem Körper durch Röhren, deren letzte Zweige fein genug sind, um ein theilweises Austreten ihres flüssigen Inhaltes und einen Stoffwechsel zwischen diesem und der umherliegenden Substanz zu gestatten. Auf doppeltem Wege kehrt alsdann der Nahrungssaft, der seine assimilirbaren Bestandtheile oder einen Theil derselben verloren und auszuscheidende Stoffe aufgenommen hat, zu dem Herzen zurück, theils in unmittelbaren Fortsetzungen der letzten Verästelungen der Arterien, die sich wieder zu Stämmen sammeln, nämlich in den Körpervenen, theils in besonderen Röhren, welche, wahrscheinlich ebenfalls mit geschlossenen Anfängen, in dem Parenchym der Organe wurzeln. Dies sind die Lymphgefäße. Sie nehmen den flüssigen Theil des Nahrungssaftes auf, welcher, bei der Ernährung, die Wände der Blutgefäßverästelungen überschritten hat, vielleicht auch andere flüssige Stoffe, welche mittelbar, aus den Elementartheilen der Organe, in die Höhlen des Körpers und die Interstitien parenchymatöser Organe abgesetzt werden. Die Lymphgefäße kommen aber, nachdem sie sich in Stämme gesammelt haben, zuletzt wieder mit den Körpervenen, vor deren Einmündung ins Herz zusammen, der größte Theil derselben verbindet sich noch früher mit den Chylusgefäßen, und so machen Lymph- und Chylusgefäße zusammen nur Ein System aus, das Lymphgefäßsystem im weiteren Sinne.

Die Ausscheidung des Unbrauchbaren geschieht theilweise schon aus dem venösen Blute in den Lungen, gleichzeitig mit der Aufnahme von Sauerstoff und nach den physikalischen Gesetzen der Gasabsorption durch dieselbe bedingt, theilweise durch die Thätigkeit der Drüsen, endlich aus dem Venenblute, in der Leber.

Bei den niederen Thieren findet den Thatsachen zufolge, die wir einstweilen als richtig angenommen haben, eine einfache Bewegung der Nahrungssäfte durch den Körper statt, indem sie gleichsam an einem Ende ein- und an dem anderen wieder hinaustreten. Bei den höheren Thieren dagegen erscheint die Saftbewegung als ein Kreislauf, dem nur allmählig von einer Seite, durch einen Anhang, neue Materie zugeführt wird, während nach einer anderen Seite ein eben so allmähliger Abfluß stattfindet, so jedoch, daß auch das Abgeflossene zum Theil wieder durch einen Anhang in den Kreislauf zurückkehrt. Die in dem Kreislaufe circulirende Flüssigkeit ist B l u t, die durch die Anhänge zugeführte ist L y m p h e und C h y l u s.

Ich wende mich nun zuerst zur Beschreibung dieser Flüssigkeiten, alsdann zu den Röhren, durch welche sie sich bewegen.

Die drei Formen oder Stufen des Nahrungssaftes haben das mit einander gemein, daß sie aus einem flüssigen Theile, dem Plasma nach C. H. Schultz (Blut- und Lymphwasser, Liquor sanguinis und lymphae) und aus mikroskopischen Körperchen bestehen, die in der Flüssigkeit schwimmen. In den meisten Fällen wird nach dem Tode auch ein Theil der Flüssigkeit fest, durch Gerinnung, schließt die Körperchen ein und bildet mit ihnen den Blut- und Lymphkuchen, Cruor, Placenta. Die zurückbleibende Flüssigkeit ist das Blut- und Lymphserum, ein Plasma, welchem der gerinnbare Theil entzogen ist. Sowohl das Plasma als die Körperchen sind in den verschiedenen Nahrungssäften verschieden.

I. Vom Chylus und der Lymphe.

Chylus, Milchsaft, heißt der rohe Nahrungssaft, welchen die Anfänge der Saugadern im Darme enthalten, wie er, während der Verdauung, unmittelbar aus dem Darminhalte aufgenommen worden ist. Er ist also seinem Ursprunge nach wesentlich verschieden von der Lymphe, denn während die Chylusgefäße aus den Contenta des Darmes, den durch Speichel, Magen- und Pankreassaft und Galle aufgelösten Nahrungsmitteln schöpfen, erhalten die Lymphgefäße ihre Zufuhr aus dem Theile des Plasma des Blutes, welcher sich aus den Blutgefäßen ergossen hat, vielleicht auch aus aufgelösten und flüssig gewordenen Theilen des Parenchyms. Da indeß die Chylusgefäße zugleich die Lymphgefäße des Darmes und auch bei nüchternen Thieren mit einer hellen, durchsichtigen, ins Gelbliche spielenden Flüssigkeit gefüllt sind [1], so werden gleich anfangs Chylus und Lymphe gemischt. Die Lymphe gewinnt um so mehr die Oberhand, je weiter die Saugadern sich vom Darme entfernen, bis endlich im Ductus thoracicus der Chylus mit der Lymphe von fast allen Körpertheilen zusammenkommt. Um die Eigenschaften des Chylus kennen zu lernen, muß man ihn deshalb so nah als möglich dem ersten Orte der Resorption untersuchen, oder den Inhalt des Ductus thoracicus zur Zeit der Verdauung mit seinem Inhalte nach längerem Fasten vergleichen. Schon durch die allmählig vermehrte Zumischung von Lymphe muß

1 Tiedemann und Gmelin, Verdauung. II, 76.

der Inhalt der Saugadern des Darmes gegen den Ductus thoracicus hin allmählig sich ändern. Es scheint aber, daß auch in den flüssigen und festen Stoffen des Chylus selbst eine allmählige Metamorphose stattfindet, wodurch er erst der Lymphe und zuletzt dem Blute ähnlicher wird, eine Metamorphose, deren Ursachen wir hernach untersuchen wollen.

Um die Blutbildung von Anfang an zu verfolgen, müßten wir mit der Beschreibung des Chylus beginnen. Da wir aber niemals Chylus ohne Lymphe, wohl aber Lymphe ohne Chylus zu sehen Gelegenheit haben, so ist es zweckmäßiger, zuerst die Lymphe kennen zu lernen, um dann zu erfahren, welche Eigenthümlichkeiten des Contentum der Chylusgefäße auf Rechnung des beigemischten Chylus kommen.

1. Lymphe.

Man erhält diese Flüssigkeit aus den durchschnittenen Lymphgefäßen lebender oder frisch getödteter Thiere[1]; J. Müller und H. Nasse[2], sowie Marchand und Colberg[3] haben Gelegenheit gefunden, sie aus zufällig verletzten Lymphgefäßen des Menschen zu untersuchen, in beiden Fällen war die Wunde, welche wegen beständigen Ausfließens der Lymphe hartnäckig der Heilung widerstand, auf dem Fußrücken. Durch Streichen über die große Zehe gegen die Wunde konnte man eine Quantität, zuweilen spritzend hervordrücken, Nasse sammelte in einem Tage 3 Drachmen, Marchand und Colberg gewannen in 12 Stunden 1½ Grammen. Bei Fröschen und Fischen ist es leicht, größere Quantitäten, allerdings nicht ohne Verunreinigung mit Blut, aus den weiten Lymphgefäßen zu erhalten, bei Fröschen aus dem Oberschenkel, indem man die Haut anschneidet und eine Strecke weit, mit Schonung größerer Blutgefäße, von den Muskeln ablöst, bei Fischen nach der

1 Leeuwenhoek, Opp. III, 11. Mascagni, Einsaugende Gef. S. 40. Reuß und Emmert in Scherer's Journ. Bd. V. Hft. 6. S. 691. A. Müller (praes. Gmelin) Diss. experimenta circa chylum sistens. Heidelb. 1819. *Leuret et Lassaigne, Rech. phys. et chim. pour servir à l'hist. de la digestion. Paris 1825. p. 161.* Vogel, Eiter und Eiterung. S. 86.

2 J. Müller, Physiol. I, 256. H. Nasse in Tiedemann u. Treviranus' Ztschr. V, 18.

3 Müll. Arch. 1838. S. 129.

Eröffnung der Augenhöhle von unten[1]. Brande[2] und Chevreul[3] entnahmen die Lymphe aus dem Ductus thoracicus von Thieren, die eine Zeitlang gefastet hatten.

Durch Ausdehnung oder Verletzung von Lymphgefäßen kann sich Lymphe auch in Geschwülsten zu größeren Quantitäten sammeln und der Untersuchung darbieten[4]. Von dem Eiter der sogenannten kalten und Congestionsabscesse unterscheidet sich diese Flüssigkeit durch ihre Gerinnbarkeit.

Die Lymphe aus den Lymphgefäßen ist dünnflüssig, klar, durchsichtig, blaßgelblich oder etwas ins Grünliche spielend. Spec. Gewicht 1,037 (Marchand und Colberg); im Ductus thoracicus ist sie nach Magendie zuweilen gelblich, zuweilen röthlich oder wirklich roth, um so mehr, je länger das Thier gefastet hat. Emmert fand sie in der Nähe der Ausmündung des Ductus thoracicus in die Jugularvene bei einem nüchternen Pferde ganz ähnlich dem venösen Blute, an der Luft wurde sie heller und gerann auch, wie Pferdeblut, mit Speckhaut[5]. In den Lymphgefäßen der Milz ist die Lymphe in der Regel roth, wie verdünnter rother Wein[6]. Sie ist geruchlos (Magendie schreibt ihr einen Geruch nach Samen zu), von rein salzigem Geschmacke, stark alkalischer Reaction.

Die Lymphe enthält Körperchen, in geringerer Menge als das Blut, und von verschiedenen Gestalten. In der Lymphe des Frosches ist die Mehrzahl der Körperchen rund, von 0,003‴ Durchmesser, feinkörnig, von sehr beständiger Größe und Form; zugleich kommen auch viel größere vor, von 0,006‴ Durchmesser an, und diese sind glatt, gelblich, ins Röthliche, zum Theil elliptisch und etwas platt. Die größeren Körperchen bestehen, wie man durch Behandlung mit Essigsäure erkennt, aus einer Schale und einem

1 Müll. Physiol. a. a. O. Arch. 1840. S. 123.

2 *Phil. transact. 1812. T. I. p. 90.*

3 *Magendie, Précis élément. de physiol. 2e éd. II, 192.*

4 F. Nasse, Horn's Archiv. 1817. Hft. 1. S. 377. Friedreich, ebendas. 1819. Hft. 1. S. 363. Krimer, Phys. des Blutes. I, 147.

5 Reil's Archiv. VIII, 188.

6 Tiedemann und Gmelin, Ueber die Wege, auf welchen Substanzen ins Blut gelangen. S. 35, 39, 45 — 48. J. Müller, Physiol. I, 258. 562.

Kern. Die Schale wird blaß, durchsichtig und löst sich auf, der zurückbleibende Kern gleicht den eben erwähnten, kleineren runden Körperchen, ist aber auch zuweilen viel größer und zerfällt dann durch die Essigsäure in 2 bis 3 der runden Körperchen.

Unter den Lymphkörperchen höherer Thiere und des Menschen sind die meisten, zumal in den größeren Lymphgefäßstämmen, etwas größer und selbst doppelt so groß, als die später zu beschreibenden Blutkörperchen desselben Thieres; sie haben beim Menschen 0,002 — 0,005‴ Durchm., sind rund, theils glatt (Taf. IV. Fig. 1, E. abceg), theils körnig (ebendas. d), oder von glatten Contouren mit körniger Oberfläche (f). In allen werden, wenn sie längere oder kürzere Zeit in Wasser gelegen haben, Kerne deutlich, die etwas kleiner sind, als Blutkörperchen (0,0012 — 0,002‴)[1], einfach, rundlich mit centralem dunklerem Fleck (c), oder unvollkommen getheilt (b), oder aus 2 bis 3 Körnchen zusammengesetzt. An den meisten dieser kernhaltigen Lymphkörperchen ist kaum eine Färbung zu bemerken; viele, namentlich die kleineren, haben aber schon entschieden die gelbröthliche Farbe der Blutkörperchen. H. Nasse beobachtete, daß nach längerem Fasten die Zahl der rothen Körperchen größer ist[2]. Außer diesen Körperchen kommen noch andere vor, welche den Kernen derselben gleichen, einzeln und auch zu 2 und 3 zusammenhängend. Sie sind in Wasser und Essigsäure unlöslich. Selten enthält die Lymphe noch kleinere punktförmige, den Pigmentkörperchen ähnliche Körperchen oder größere Fetttröpfchen. Beim Gerinnen werden die Lymphkörperchen theils in das Coagulum eingeschlossen, theils bleiben sie im Serum suspendirt. Die relative Menge derselben hat Krimer[3] annäherungsweise bestimmt, indem er Lymphe aus dem Ductus thoracicus, nach Entfernung des Faserstoffes durch Schlagen, eintrocknete. 1000 Theile gaben beim Ochsen 12, beim Schafe 9, beim Hunde 15 Theile Rückstand, bestehend aus den festen Bestandtheilen der Lymphe und aus den Körperchen.

Nach 10 — 15 Minuten gerinnt die Lymphe zu einer klaren, zitternden, farblosen Gallerte, aus welcher sich bald eine spinngewebenartige Masse sondert und zuletzt zu einem Klümpchen zusam-

[1] 0,0014 — 0,002‴ beim Kaninchen (Vogel).

[2] F. u. H. Nasse, Unters. II, 24.

[3] Physiol. d. Blutes. I, 127.

menzieht; die darüber stehende, etwas gelbliche, schwach opalisirende Flüssigkeit hat ungefähr die Consistenz des Mandelöls (Marchand und Colberg); sie opalisirt noch mit 30 Theilen Wasser vermischt (Dies.). Leuret und Lassaigne sahen die Gerinnung an der Lymphe aus einer menschlichen Leiche, also noch längere Zeit nach dem Tode, erfolgen (p. 165). In jüngerem Alter, Schwächezuständen, bei kärglicher Nahrung ist die Gerinnung langsamer und das Coagulum erreicht eine geringere Festigkeit (Hewson). Es betrug ausgepreßt nach Emmert und Reuß 1,08%, getrocknet nach Nasse 0,66, nach Marchand und Colberg 0,52%. Das Coagulum ist Faserstoff, mit einem Theile der Lymphkörperchen. Das Coagulum der Lymphe aus dem Ductus thoracicus und aus den Lymphgeschwülsten enthält Blutroth, welches an der Luft heller, in Kohlensäure dunkler, in Hydrothionsäure grün wird; daß es an die Körperchen gebunden sey, darf nach den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung kaum bezweifelt werden. Auch nimmt die Menge des Faserstoffes von den Anfängen des Lymphsystemes gegen die Einmündung in die Blutgefäße zu. Bei einem Pferde, welches gefastet hatte, gab die Lymphe des Plexus lumbalis 0,25, die des Ductus thoracicus 0,42 trockene Placenta[1].

Das Serum der Lymphe besteht zum größten Theil aus Wasser (92—96%) und enthält Eiweißstoff, welcher mittelst der gewöhnlichen Procedur coagulirt und abgeschieden wird, einige andere thierische Substanzen, auch Fett in geringer Menge, welches, wie erwähnt, mikroskopisch nachgewiesen und auch durch Aether ausgezogen werden kann, ferner salzsaure, phosphorsaure, schwefelsaure und kohlen- (milch-) saure Alkalien und Eisenoxyd. Die salpetersaure Auflösung des Coagulum, mit Kalilösung gemischt, wird bräunlich und giebt bei Zusatz von blausaurem Kali und Salzsäure ein Präcipitat von berliner Blau; mit Galläpfeltinctur wird sie schwarz[2]. Ob das Eisenoxyd im Serum enthalten oder an die in dem Serum suspendirten Körperchen gebunden sey, läßt sich nicht entscheiden.

Wir stellen die Resultate der verschiedenen quantitativen Analysen der Lymphe hier zusammen, mit dem Bemerken, daß die Körperchen von dem Plasma nicht getrennt wurden und theils mit

1 Tiedemann und Gmelin Verdauung. II, 83.

2 Emmert in Reil's Arch. VIII, 156.

Die weiße Trübung, welche dem Chylus bald in höherem, bald in geringerem Grade eigenthümlich ist, rührt von darin schwebenden, feinen Fettkügelchen her, wie überhaupt nur Fett oder fein zertheilte anorganische Partikelchen den thierischen Flüssigkeiten eine weiße Farbe ertheilen, Schleim-, Eiter- und Lymphkügelchen dagegen eine gelbe Farbe bedingen. Beim Gerinnen tritt das Fett zum geringeren Theile an die Placenta, dem größeren Theile nach bleibt es im Serum vertheilt, aus welchem es sich bisweilen gleich einem Rahm nach oben erhebt. Beim Schütteln des milchigen Serums mit Aether erfolgt allmählig Klärung desselben und beim Abdampfen des Aethers bleibt um so mehr Fett, theils ölig, theils talgartig, je mehr das Serum getrübt gewesen war. Die Menge des Fettes richtet sich genau nach der genossenen Nahrung. Bei nüchternen Thieren ist der Chylus fast klar, wenig trübe ist er nach dem Genusse von flüssigem Eiweiß, Faserstoff, Leim, Stärkemehl, Kleber, stark getrübt nach Genuß von Milch, Knochen, Fleisch, am stärksten nach Butter [1]. Unter dem Mikroskop erscheint das Fett in der Form größerer, flacher Tröpfchen und kleiner, kugelrunder, oder etwas unregelmäßiger klarer und durchscheinender Kügelchen mit dunkeln Rändern, von den verschiedensten Größen, von kaum meßbarer bis zu 0,008‴ Durchmesser; sie lösen sich in Aether auf, sollen aber nach dem Verdunsten des Aethers wieder erscheinen (Schultz). Ihre Menge ist um so bedeutender, je milchiger der Chylus; sie ist am größten vor dem Durchgange durch die Drüsen; bei Thieren, welche gefastet haben, finden sich in den Gefäßen jenseits der Drüsen fast keine mehr [2]. Dagegen scheinen bei sehr fetthaltiger und reichlicher Nahrung die Fettkügelchen unverändert bis in die Blutgefäße zu gelangen. Dafür sprechen viele Fälle von milchartigem Ansehen des Blutes bei saugenden Thieren [3].

Außer den Fettkügelchen kommen im Chylus noch andere mikroskopische Körperchen vor, welche am ausführlichsten von C. H. Schultz [4] und H. Nasse [5], jedoch nicht mit ganz übereinstimmenden Resultaten beschrieben worden sind.

1 Tiedemann und Gmelin, a. a. O. II, 85.

2 C. H. Schultz, Circulation. S. 39.

3 J. Müller, Physiol. I, 260.

4 a. a. O. S. 40. 45.

5 F und H. Nasse Unters. II, 6.

Nach Schultz sind sie am Rande weniger dunkel, körnig und, obgleich im Allgemeinen rund, doch nicht so regelmäßig, sondern zum Theil oval oder eckig. Ihr Durchmesser variirt bei Kaninchen und Pferden zwischen 0,0005—0,0008‴. Ihre Menge nimmt in derselben Weise zu, wie die Menge der Fettkügelchen abnimmt, und wird größer nach dem Durchgange durch die Drüsen. Auch sollen die glatten Fettkügelchen allmählig in diese körnigen Formen übergehen und Mittelformen vorkommen, die durch Behandlung mit Aether einschrumpfen und Fett an denselben abgeben, welches nach Verdunstung des Aethers in Gestalt von Oelkügelchen zurückbleibe. Die ganz körnigen verändern sich in Aether nicht. Diese hält Schultz für ausgebildete Lymphkügelchen und behauptet, daß sie den Kernen der Blutkörperchen gleichen und noch innerhalb des Ductus thoracicus sich mit einer Schale überziehen.

H. Nasse unterscheidet ebenfalls außer den Fettpartikelchen des Chylus zwei Arten Kügelchen, helle und dunkle, aber er giebt den Durchmesser derselben zu 0,0024—0,0036‴ an. Die dunkleren seyen etwas eckig, homogen oder feinkörnig, die helleren stärker körnig. Daneben finden sich unbestimmt gestaltete, blasse, von verschiedener Größe, die wie aus kleinen Partikelchen zusammengesetzt scheinen, und eine feinkörnige Masse, durch welche viele der Kügelchen untereinander verbunden seyen. Was Nasse als dunkle Farbestoffkügelchen des Chylus beschreibt, sind ohne Zweifel die feinsten, punktförmigen Fetttheilchen, die auch von anderen Beobachtern wahrgenommen worden sind. Kügelchen aus den Chylusgefäßen des Kalbes wurden von Essigsäure kleiner, ein Kern kam aber nicht zum Vorschein. In dem Chylus des Ochsen zeigten sich nach Anwendung der Essigsäure eine Menge körniger, viel kleinerer Körperchen, von 0,0012—0,002‴ Durchmesser, von denen zuweilen je zwei aneinander hafteten. Nasse hält sie für eingeschrumpfte Chyluskügelchen; ich vermuthe, daß es nur die Kerne der letzteren sind, die nach Auflösung der Schale zurückblieben. Im Uebrigen läßt sich voraussetzen, daß die Chyluskügelchen bald den Lymphkügelchen ähnlich werden, denn in den Stämmen der Chylusgefäße werden beide nicht mehr unterschieden.

Der chemisch nachweisbare Unterschied zwischen Chylus und Lymphe, sowie zwischen dem Contentum des Ductus thoracicus während der Verdauung und nach derselben beschränkt sich hauptsächlich auf einen vorwiegenden Gehalt an Fett und Mangel oder

geringeren Gehalt an Faserstoff in dem Chylus. Schultz[1] fand im milchigen Chylus eines eben gefütterten Pferdes 0,48%, im fast klaren Chylus nach vollendeter Digestion 1,50% Faserstoff. Der klare Chylus eines nüchternen Pferdes enthielt aber nur 36%. Der trockene Rückstand vom Serum des Chylus, welcher aus dem Ductus thoracicus eines kurz vorher mit Hafer gefütterten Pferdes entnommen war, enthielt nach Gmelin in 100 Theilen:

Braunes Fett, zuerst mit Alkohol ausgezogen	15,47
Gelbes Fett, zuletzt ausgezogen	6,35
Fleischextract, milchsaures Natron und Kochsalz	16,02
In Wasser lösliche extractartige Materie mit kohlensaurem und wenig phosphorsaurem Natron	2,76
Albumin	55,25
Kohlensauren und phosphorsauren Kalk	2,76
	98,61

Das Resultat dieser Untersuchungen ist, daß der Nahrungssaft auf dem Wege zu den Blutgefäßen allmählig ärmer an Fett und dagegen reicher an Faserstoff und Cruor wird und daß auch in der Lymphe der Gehalt an Faserstoff und Cruor zunimmt, wenn gleich der erstere von Anfang an nicht fehlt.

Daß das Fett von den Nahrungsmitteln herstammt, ist evident. Es ist ebensowohl im Chymus, als im Chylus nachgewiesen, im ersteren kann es auch mikroskopisch in Gestalt größerer Inseln und Streifen wahrgenommen werden[2]. Die Menge desselben richtet sich nach dem Fettgehalte der Nahrungsmittel; es kommt nur im Chylus vor, in der Lymphe findet es sich nicht, oder doch in nicht größerer Quantität, als im Blute und vielen anderen Flüssigkeiten. Auch das Eiweiß und die extractiven Materien, sowie die Salze können von außen in die Anfänge der Lymphgefäße gelangen, wobei es unentschieden bleiben mag, ob die im Chymus enthaltenen genannten Stoffe aus den Nahrungsmitteln bereitet oder von den Verdauungssäften geliefert werden. Dagegen ist es gewiß, daß Faserstoff und Cruor als solche nicht aus der Darmhöhle aufgenommen werden, sondern einen anderen Ursprung haben. Die Lymphgefäße, welche sich mit dem Plasma des Blutes tränken, scheinen aus

[1] Circulation S. 70.

[2] Schultz, a. a. O. S. 43.

diesem ihren Faserstoff zu erhalten. In den Chylusgefäßen läßt sich das spätere Erscheinen dieser Stoffe auf doppelte Weise erklären: 1. Es kann dem Chylus Faserstoff und Cruor von außen beigemischt werden und die Abnahme des Fettes eine blos relative seyn, indem es diluirt wird. Schon dadurch, daß die Chylusgefäße auch die Lymphgefäße des Darmcanales sind oder doch sogleich mit den letzteren zusammentreten, wird ihnen Faserstoff zugeführt. Da indeß auch in der Lymphe der Faserstoff sich allmählig mehrt und jedenfalls der Cruor neu hinzukommt, so müßte es noch andere Quellen dieser Materien geben. Es fehlt nicht an Vermuthungen darüber. Es kann ein Austausch der Säfte stattfinden zwischen der Lymphe und dem Blute dadurch, daß Blutgefäße sich in großer Zahl auf und zwischen Lymphgefäßen verbreiten, wozu durch die feine Vertheilung der Lymphgefäße in den Lymphdrüsen Gelegenheit gegeben ist; es können, wie man häufig angenommen hat, durch die Lymphgefäße einzelner Organe der Masse der Lymphe im Ductus thoracicus neue Stoffe zugeführt werden, z. B. Cruor durch die Lymphgefäße der Milz. Nach der Annahme von Tiedemann und Gmelin[1] soll die Milz nebst den Mesenterialdrüsen Blutroth und Faserstoff aus dem Arterienblute bereiten und die Lymphgefäße der Milz sollen gleichsam die Ausführungsgänge dieser Drüse darstellen. Der Reichthum der Lymphe, die in den Lymphgefäßen der Milz enthalten ist, an Cruor und Faserstoff scheint für die Richtigkeit dieser Hypothese zu sprechen.

2. Der Chylus, namentlich das Fett und Eiweiß desselben kann sich allmählig in Faserstoff und Cruor umwandeln und diese Umwandlung müßte die Folge seyn entweder der Einwirkung der Lymphdrüsen (was unwahrscheinlich ist, weil diese Drüsen den niederen Wirbelthieren fehlen) oder einer selbstständigen Entwickelung der Säfte.

Keine dieser Ansichten läßt sich durch die vorhandenen Thatsachen direct beweisen oder widerlegen. Ziehen wir aber die mikroskopischen Körperchen des Chylus und der Lymphe mit in Betrachtung, so wird die selbstständige Entwickelung des Chylus wahrscheinlicher. Da, wie sich später ergeben wird, die Blutgefäße nirgends unmittelbar in Lymphgefäße übergehen und auch die Wurzeln der Chylusgefäße in den Zotten geschlossen sind, so können nur

1 Verdauung. II, 77 ff.

geringeren Gehalt an Faserstoff in dem Chylus. Schultz[1] fand im milchigen Chylus eines eben gefütterten Pferdes 0,48%, im fast klaren Chylus nach vollendeter Digestion 1,50% Faserstoff. Der klare Chylus eines nüchternen Pferdes enthielt aber nur 36%. Der trockene Rückstand vom Serum des Chylus, welcher aus dem Ductus thoracicus eines kurz vorher mit Hafer gefütterten Pferdes entnommen war, enthielt nach Gmelin in 100 Theilen:

Braunes Fett, zuerst mit Alkohol ausgezogen . .	15,47
Gelbes Fett, zuletzt ausgezogen	6,35
Fleischextract, milchsaures Natron und Kochsalz . .	16,02
In Wasser lösliche extractartige Materie mit kohlensaurem und wenig phosphorsaurem Natron . .	2,76
Albumin	55,25
Kohlensauren und phosphorsauren Kalk	2,76
	98,61

Das Resultat dieser Untersuchungen ist, daß der Nahrungssaft auf dem Wege zu den Blutgefäßen allmählig ärmer an Fett und dagegen reicher an Faserstoff und Cruor wird und daß auch in der Lymphe der Gehalt an Faserstoff und Cruor zunimmt, wenn gleich der erstere von Anfang an nicht fehlt.

Daß das Fett von den Nahrungsmitteln herstammt, ist evident. Es ist ebensowohl im Chymus, als im Chylus nachgewiesen, im ersteren kann es auch mikroskopisch in Gestalt größerer Inseln und Streifen wahrgenommen werden[2]. Die Menge desselben richtet sich nach dem Fettgehalte der Nahrungsmittel; es kommt nur im Chylus vor, in der Lymphe findet es sich nicht, oder doch in nicht größerer Quantität, als im Blute und vielen anderen Flüssigkeiten. Auch das Eiweiß und die extractiven Materien, sowie die Salze können von außen in die Anfänge der Lymphgefäße gelangen, wobei es unentschieden bleiben mag, ob die im Chymus enthaltenen genannten Stoffe aus den Nahrungsmitteln bereitet oder von den Verdauungssäften geliefert werden. Dagegen ist es gewiß, daß Faserstoff und Cruor als solche nicht aus der Darmhöhle aufgenommen werden, sondern einen anderen Ursprung haben. Die Lymphgefäße, welche sich mit dem Plasma des Blutes tränken, scheinen aus

[1] Circulation S. 70.

[2] Schultz, a. a. O. S. 43.

troverse zur Zufriedenheit beider Parteien zu schlichten. Wenn Hewson unter Lymphkörperchen die freien Elementarkörnchen verstand, so behauptet er mit Recht, daß sie Kerne erst der farblosen und dann der farbigen Zellen der Lymphe würden. Die Gegner von Hewson haben dagegen die ausgebildeten Zellen der Lymphe im Auge gehabt, welche selbst schon aus Kern und Schale bestehen. Diese werden freilich nicht Kerne der Blutkörperchen; wie sie in Blutkörperchen übergehen, soll später gezeigt werden.

Körnchen von der Form und Größe der Elementarkörnchen des Chylus kommen auch in der Lymphe vor; daraus läßt sich schließen, daß auch in den Anfängen der Lymphgefäße, bis zu welchen wir noch nicht vorgedrungen sind, die neuen Zellen auf dieselbe Weise entstehen, wie im Chylus; in der Lymphe nur um so viel sparsamer, als die Flüssigkeit ärmer an neuen, bildungsfähigen Substanzen ist.

II. Vom Blute.

Das Blut ist eine ziemlich dicke Flüssigkeit von bekannter Farbe, bald heller, arteriell, bald dunkler, venös. Sein specifisches Gewicht beträgt bei + 15° 1,052—1,057, es vermindert sich durch Blutverlust, wiederholte Aderlässe u. s. f.[1]. Es hat einen salzigen, etwas ekelhaften Geschmack, einen eigenthümlichen Geruch, Halitus, welcher bei Männern stärker seyn soll, als bei Frauen. Aus der Ader gelassen, gerinnt das gesunde Blut bald zu einer zusammenhängenden, gallertartigen Masse, die sich immer mehr zusammenzieht und eine klare, gelbliche Flüssigkeit auspreßt[2]. Diese ist das Blutserum; der Blutkuchen besteht aus dem geronnenen Faserstoffe des Plasma und den eingeschlossenen Körperchen des Blutes. Auch in den Adern stagnirend gerinnt das Blut (s. den chem. Theil. Faserstoff). Das Blut fault leicht, bei 12—18° R. zwischen dem 3ten und 4ten Tage, von alten Leuten früher, als von jungen[3].

Die Körperchen des Blutes sind von zweierlei Art. Die einen, bei weitem zahlreicher, zeichnen sich sogleich durch ihre gelbliche

1 H. Davy, Meck. Arch, I, 131. H. Nasse, Blut. S. 128.

2 H. Nasse, a. a. O. S. 21 ff.

3 Hunter, Blut, Entzündung rc. I, 202. Lauer in Hecker's Ann. XVIII, 208.

Farbe aus; wir wollen sie die farbigen Blutkörperchen nennen; die anderen sind farblos, bei niederen Wirbelthieren viel kleiner als die farbigen Blutkörperchen derselben Thiere, körnig, den Lymphkügelchen ähnlich, sie sollen farblose Blutkörperchen genannt werden.

Die farbigen Blutkörperchen sind bei allen Wirbelthieren sehr glatt und schlüpfrig, so daß sie leicht aneinander gleiten, scheibenförmig, platt, bei dem Menschen und den meisten Säugethieren rund, beim Menschen von 0,0025—0,0032‴ Durchmesser[1] und ¼—½mal so dick, als breit[2] (Taf. IV. Fig. 1, A. B). Die Flächen sind bald eben, bald convex, so daß beide in einen stumpfen Rand zusammenkommen; nicht selten sind die Scheibchen nach der Fläche gebogen, wodurch sie concav, napfförmig vertieft erscheinen können; sie sehen daher, auf den Rand gestellt, wie mehr oder minder feine, gerade oder gebogene Stäbchen aus (Fig. 1, A. b). Die farbigen Blutkörperchen besitzen eine große Elasticität, Weichheit und Biegsamkeit; durch Pressen unter dem Mikroskop[3], sowie bei dem Drängen durch die Blutgefäße lebender Thiere sieht man dieselben sich verlängern, einbiegen, abplatten und, wenn der Druck nachläßt, ihre frühere Form wieder annehmen. Sie sind schwerer, als das Serum und selbst als das Plasma des Blutes, und senken sich in demselben um so leichter, je größer sie sind, weil in demselben Maaße die Adhäsion durch die Schwere überwogen wird. Daher senken sie sich rasch und vollständig im Froschblute, langsam und nur wenig im geschlagenen Blute von Säugethieren und Menschen.

Im menschlichen und Katzenblute sinken nach J. Müller[4]

[1] 0,0037‴ Jurin. 0,006‴ Eller. 0,0013‴ Della Torre. 0,0024‴ Kater (*Phil. trans. 1818. p. 185*). 0,003‴ Prévost und Dumas. 0,0034—0,004‴ Rudolphi. 0,004‴ Hodgkin und Lister. 0,001—0,0013‴ Raspail. 0,0024‴ E. H. Weber. 0,00276—0,00420‴ J. Müller. 0,0025—0,0033‴ R. Wagner. 0,0024—0,003‴ Berres. 0,0032—0,0033‴ H. Nasse. 0,0018—0,0038‴ Harting. 0,0024—0,0048‴ Bruns.

[2] ¼—⅕ so dick als breit, J. Müller. 0,0008—0,0012‴ dick, Krause. 0,0006—0,0008‴ R. Wagner. 0,0007‴ H. Nasse. 0,0006‴ Harting. 0,001‴ Bruns.

[3] Ascherson, Müll. Arch. 1837. S. 456. R. Wagner, Hecker's Ann. 1834. S. 139.

[4] Physiol. I, 109.

die Blutkörperchen innerhalb einiger Stunden 4—6‴ unter das Niveau der Flüssigkeit, im Schaf- und Ochsenblute sinken sie in 12—24 Stunden nur um 1½‴, sind auch nach mehreren Tagen noch suspendirt und fallen nicht ganz zu Boden. In gewissen Krankheiten, bei manchen Thieren auch im gesunden Zustande erfolgt die Senkung schneller und das Plasma gerinnt an der Oberfläche ohne Blutkörperchen einzuschließen. Hierauf beruht die Bildung der Speckhaut. Auf die Ursache dieser Erscheinung werde ich später zurückkommen.

Im ganz frischen Zustande erscheinen die farbigen Blutkörperchen meist einfach, homogen; bei einigen ist schon gleich anfangs, bei anderen wird bald nach dem Ausfließen ein centraler, dunkler Fleck sichtbar, dessen Bedeutung an den feinen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere schwer zu ermitteln ist. Man hat daher Aufschlüsse darüber an den großen Blutkörperchen niederer Wirbelthiere gesucht, und auch hier will ich zuerst angeben, was man, namentlich bei Fröschen und Tritonen wahrnimmt, und nachher erst weiter untersuchen, wiefern sich dieselben Verhältnisse bei dem Menschen nachweisen lassen. Die farbigen Blutkörperchen des Frosches sind ebenfalls platt, aber oval, sie haben 0,012‴ im längsten, 0,007‴ im schmalen Durchmesser, die Blutkörperchen von Triton cristatus sind 0,0135‴ lang, 0,0071‴ breit und etwa ⅛—⅒ so dick als breit. In den Blutkörperchen dieser Thiere wird nach dem Ausfließen der centrale Fleck deutlich, auch sieht man eine demselben entsprechende Wölbung an beiden Flächen, doch auch hier ist keine Spur desselben sichtbar, so lange das Blut noch lebendig in den Adern kreist, wovon man sich bei Beobachtung des Kreislaufes an durchsichtigen Theilen überzeugt.

Im Serum des Blutes und in anderen eiweißhaltigen Flüssigkeiten behalten die Blutkörperchen diese Gestalt lange Zeit, nur daß sie auch im Serum nach einiger Zeit etwas einschrumpfen; man untersucht sie daher am besten aus geschlagenem Blute oder aus frischem Blute, welches man mit Blutserum verdünnt hat; auch von der Placenta des geronnenen Blutes kann man leicht Körperchen abstreifen. Setzt man dem Serum Wasser zu, so schreiten die Veränderungen weiter fort. Allmählig dehnt sich das Blutkörperchen zu einer glatten Kugel aus, deren Durchmesser kleiner als der längste Durchmesser der Ellipse, aber größer als der kürzere ist; es wird dabei blaß, während sich die zum Verdünnen ange-

wandte Flüssigkeit mit dem Farbestoffe röthet, und läßt den centralen Fleck immer deutlicher durchscheinen. Nach längerer Zeit und zumal, wenn immer mehr Wasser zugesetzt worden, sind die Blutkörperchen so durchsichtig und farblos, daß der centrale Fleck nur von einem blassen Hofe umgeben scheint. Man kann alsdann die äußeren Contouren der blassen Kugeln durch Jodtinctur wieder deutlich machen. Wenn sie sich auf dem Objectträger herumwälzen, so sieht man, daß der Fleck nicht, wie es anfangs schien, in der Mitte, sondern excentrisch an der inneren Wand der Kugel liegt. Er giebt sich jetzt deutlich als ein festes, rundes oder ovales Körperchen zu erkennen, welches sich wie der Cytoblast zu der umschließenden Zelle verhält. Hewson und Schultz geben an, daß er im Innern der Zelle herumrolle [1]. Endlich zerreißt diese und fällt dann entweder als ein schmaler, heller Saum um den Kern zusammen, oder sie contrahirt sich, nachdem der Kern ausgetrieben worden, zu einem unförmlichen Fetzen oder Häutchen. Der Kern bleibt unverändert. Nach H. Nasse [2] soll er in einzelne Körner auseinandergehen, die sich in dem Bläschen zerstreuen. Er ist bald rundlich, körnig, bald mehr oval, glatt, mit scharfen Contouren, gleichfalls platt; wenn er oval ist, so liegt sein längster Durchmesser in der Regel, doch nicht immer, dem längsten Durchmesser des ovalen Blutkörperchens parallel. Der Kern der Blutkörperchen mißt bei Triton cristatus 0,006‴ in der Länge auf 0,003‴ Breite.

Mischt man das Blut sogleich mit größeren Mengen von Wasser, so erfolgen die angegebenen Veränderungen so schnell, daß man sie nicht beobachten kann; die Kugeln platzen sogleich und fallen um den Kern zusammen.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Blutkörperchen des Frosches Zellen sind, von einer Membran gebildet, die in ihrer Wand den Zellenkern trägt und den Farbestoff umschließt. Der Farbestoff ist etwas von der äußeren Hülle Verschiedenes, denn die Schale bleibt nach dem Ausziehen des Pigmentes farblos zurück. Schultz [3] bemerkte nach der Entfernung des Kernes einen hellen Fleck an der Stelle, wo der Kern gesessen hatte, während der übrige Theil der Schale noch gefärbt erschien, ein Beweis, daß die Farbe der Schale

1 Schultz, Circulation. S. 18.

2 F. und H. Nasse, Unters. II, 76.

3 Circulation. S. 21.

nur anhaftet. Den Erscheinungen bei Behandlung mit Wasser nach zu urtheilen, ist der Farbestoff im Innern der Bläschen flüssig enthalten. Das Wasser wird von den Bläschen oder Zellen des Blutes aufgesogen, wodurch sich dieselben bis zum Platzen ausdehnen; es mischt sich dabei mit dem farbigen Inhalte derselben, anfangs oft ungleichförmig, so daß die Blutkörperchen fleckig oder streifig erscheinen, es diluirt ihn, worauf sich der Inhalt auch in der umgebenden Flüssigkeit vertheilt. Der ganze Vorgang ist demnach ein Phänomen der Endosmose. Die Hüllen der Blutbläschen verhalten sich wie andere organische Membranen, die concentrirtere Lösung in ihrem Innern nimmt, wenn das Medium, in welchem sie schwimmen, verdünnt wird, von außen Wasser auf und giebt dafür einen Theil der Materien, die sie enthält, an das äußere Medium ab.

Gleich dem Wasser, aber minder rasch und heftig, wirken auch sehr verdünnte wässerige Lösungen von Eiweiß und Salzen des Blutes, z. B. Speichel, Humor aqueus, verdünntes Hühnereiweiß, ferner diluirte mineralische Säuren; eben so, aber viel schneller, als Wasser, verändert verdünnte Essigsäure die Blutkörperchen. Die Kleesäure fand Hünefeld[1] der Essigsäure ähnlich wirkend, eben so die Phosphorsäure und Milchsäure. Urin verhält sich wie Serum und, wenn er sehr verdünnt ist, wie Wasser (Hewson, Schultz).

Ziemlich concentrirte Lösungen von Kochsalz, kohlensaurem Kali und Ammonium, Salmiak, Zucker greifen die Blutkörperchen nicht an oder veranlassen nur geringe Veränderungen in ihrer Form. Auch dies erklärt sich aus den Gesetzen der Endosmose.

Es läßt sich a priori schließen und wird durch die Erfahrung bestätigt, daß sehr concentrirte Lösungen der genannten Stoffe den Blutkörperchen Wasser entziehen und diese dadurch einschrumpfen machen; sie werden sehr platt, biegen und kräuseln sich, eine Veränderung, die schon in dem sich selbst überlassenen Blute durch die Verdunstung des Serums eintritt[2]. Durch Wasser angeschwollene Blutbläschen nehmen in concentrirter Salzlösung zum Theil ihre frühere, platte Form wieder an, zum Theil werden sie zu unregel-

[1] Chemismus in der thier. Organisation. S. 50.

[2] Aus der rascheren Verdunstung erklärt sich, warum Bruns die Blutkörperchen im Sommer anders gestaltet fand, als im Winter (Allg. Anat. S. 44).

mäßig zusammengezogenen, kleinen Kügelchen. Die wiederhergestellten sind aber doch durchsichtiger und dünner, da sie einen Theil des färbenden Inhaltes an das Wasser abgegeben haben; der Kern ist leichter zu unterscheiden [1].

Viele Substanzen verändern die Blutkörperchen dadurch, daß sie den Inhalt der Zellen zum Gerinnen bringen; die Körperchen schrumpfen ein, werden kleiner, unförmlich, aber die Contouren von Schale und Kern oft um so deutlicher. Auf diese Weise wirken Schwefel- und Salpetersäure, Alaun, Weingeist, Chlor. Nach Behandlung mit den genannten Säuren werden die Blutkörperchen in Wasser unauflöslich, nach Behandlung mit Weingeist können sie in Wasser wieder aufquellen (Schultz). Jodine verhärtet die Hüllen, so daß sich die Körperchen hernach im Wasser nicht leicht verändern (Ders.). Concentrirte Auflösungen von schwefelsaurem Kupferoxyd und Eisenoxyd in Wasser, mit Froschblut gemischt, veranlassen eine Trübung des Blutserums durch Bildung unlöslicher Verbindungen; dabei werden die Blutkörperchen unregelmäßig, nach der Fläche gebogen, sehr dünn, behalten aber ihre ovale Form. C. G. Mitscherlich [2], welcher diese Versuche angestellt hat, vermuthet mit Recht, daß diese Erscheinungen durch Veränderung und Verminderung des Inhaltes der Blutkörperchen eintreten. Durch schwefelsaures Kupferoxyd-Eiweiß, in etwas Salzsäure gelöst, und durch schwefelsaures Eisenoxyd-Eiweiß schwollen sie auf, etwa um das 2—4fache; dieselben Stoffe, wenn sie durch die Haut des Thieres resorbirt wurden, veränderten das Serum des Blutes in den Gefäßen, nicht aber die Blutkörperchen. Galle soll nach Hünefeld [3] die Blutkörperchen augenblicklich auflösen, die Kerne erhielten sich eine kurze Zeit und zerfielen dann in einzelne Theilchen, die endlich auch, besonders nach einiger Erwärmung verschwanden. Ich kenne kaum eine Substanz, in welcher die Körperchen des Froschblutes sich so vollkommen wohl erhalten, wie in frischer Ochsengalle. Hünefeld hat eine große Zahl von Versuchen über die Wirkung verschiedener organischer und anorganischer Substanzen auf die Blutkörperchen angestellt, die aber von geringem Werthe sind, weil er keine Rücksicht auf den Concentrationsgrad der angewandten

1 Dies ist schon von Hewson beobachtet worden. *Exp. inq. III, 87.*

2 Müll. Arch. 1838. S. 56.

3 a. a. O. S. 49.

Reagentien genommen hat. Abgesehen von ihrer specifischen Wirkung machen alle Lösungen, die wässeriger sind als Serum, die Blutkörperchen aufquellen und zerstören die Hülle wirklich oder scheinbar, alle concentrirteren Lösungen machen sie zusammenfallen. So contrahirten sich die Blutkörperchen in Bernstein- und Weinsteinsäure, in arseniger Säure, die in Pulverform zugesetzt wurde, in kohlensaurem Ammoniak u. a. gewiß nur wegen vermehrter Dichtigkeit des umgebenden Mediums. In essigsaurem, salpetersaurem, cyansaurem und ameisensaurem Ammoniak, sowie in Kochsalz fand Hünefeld die Blutkörperchen zwar in den ersten Stunden nicht verändert, aber nach längerer Zeit bis auf die Kerne aufgelöst (wurden etwa die eingeschrumpften Körperchen für Kerne gehalten?). Morphin, Veratrin, Strychnin haben keine Wirkung auf die Blutkörperchen, eben so wenig die Blausäure in Dämpfen angewandt; in Coniin verschwanden die Blutkörperchen [1]. In Oel runzeln sie sich [2].

Die kaustischen Alkalien lösen sowohl Schale, als Kern, als Inhalt; nach Hewson und Schultz sollen sich indeß die Bläschen in Aetzkalihydrat nicht lösen, sondern einschrumpfen. Concentrirte Salzsäure löst Bläschen und Kern zu einer sulzigen, röthlichen Masse auf (Schultz). Reine Essigsäure löst, wie J. Müller und Schultz angeben und ich bestätigt fand, die Schale auf, greift aber den Kern nicht an; dieser imprägnirt sich dabei mit dem Farbestoffe der Blutbläschen. Nach Hünefeld [3] löst concentrirte Essigsäure bei einer Temperatur von 30° auch die Kerne auf. Er hält den Hauptbestandtheil der Kerne für Fett, da er sie in Aether, in etwas erhitztem Terpenthinöle, Schwefelkohlenstoff und in warmem Mandelöle verschwinden sah [4]. J. Müller [5] und F. Simon [6] sind der Ansicht, daß die Substanz der Kerne dem Faserstoffe verwandt oder wirklich Faserstoff sey.

Im Blute, welches mit Kohlensäure geschüttelt worden, quellen die Bläschen etwas auf, sie werden im Ganzen, oder stellenweise

1 Hünefeld a. a. O. S. 56.

2 Ascherson, Müll. Arch. 1840. S. 60.

3 a. a. O. S. 51.

4 a. a. O. S. 109.

5 Physiol. I, 119.

6 Med. Chemie. I, 39.

dunkler, nach Schütteln mit Sauerstoff werden sie durchsichtiger und gleichmäßig heller [1].

Durch Trocknen wird der Kern der Blutkörperchen sehr deutlich; nach dem Calciniren derselben, durch Glühen der Glasplatte, bleiben deutliche Reste des Kernes und schwache Spuren der Hülle übrig, von der Gestalt der ganzen Blutkörperchen [2].

Aus dem Blute der Frösche beschreibt H. Nasse [3] eine andere Art Körperchen, deren Hauptcharakter ist, daß sie stark gefärbt sind, keinen Kern enthalten und vom Wasser, während sie zusammenschrumpfen, wenig entfärbt werden. Der mittlere Raum, wo der Kern zu liegen pflegt, ist von der übrigen Substanz noch zu unterscheiden, hell, nicht körnig, wie mit Flüssigkeit gefüllt. Nasse hält es nicht für wahrscheinlich, daß aus diesen Körperchen der Kern ausgetreten sey. Aus später zu entwickelnden Gründen darf man vermuthen, daß er im Innern des Bläschens sich aufgelöst habe.

Die bis hieher mitgetheilten Beobachtungen sind an den großen Blutkörperchen der Reptilien gemacht und an diesen leicht zu bestätigen. Die Untersuchung der Blutkörperchen der Säugethiere und des Menschen ist wegen ihrer Kleinheit nicht so leicht. Die Schale und der Farbestoff scheinen sich chemisch eben so zu verhalten, wie Schale und Farbestoff der niederen Thiere, nur daß sie vielleicht den Veränderungen durch Wasser etwas länger widerstehen (Hewson). Auch kommen einzelne vor mit einem Kerne, der durch Wasser und Essigsäure sichtbar gemacht werden kann. In der bei weitem größten Zahl aber schließt die Schale keinen Kern ein. Wodurch dennoch auch an diesen der Schein entstehen kann, als ob Kerne vorhanden wären, will ich sogleich angeben.

Wenn man die Blutkörperchen mit Serum oder Salzlösung untersucht und die Flüssigkeit durch Verdunsten concentrirter wird, so bleiben die Körperchen platt, erhalten aber ein körniges, am Rande wie gezacktes Ansehen (Taf. IV. Fig. 1, C) und werden immer kleiner, ohne Zweifel durch ungleiche Transsudation ihrer Contenta und ungleiche Zusammenziehung der Hülle, denn mit

[1] Schultz, Circulation. S. 27. Auch H. Nasse (F. und H. Nasse Unters. II, 99) findet die mit Kohlensäure imprägnirten Körperchen etwas aufgequollen.

[2] *Harting, v. d. Hoeven en de Vriese Tijdschr. VII, 212.*

[3] F. und H. Nasse, Unters. II, 71.

Zusatz von Wasser oder Serum kann man die glatte Form wieder herstellen. Was man am Rande als Zacken erkennt, zeigt sich, auf der Fläche betrachtet, wie ein Körnchen, von welchem sich nicht leicht sagen läßt, ob es äußerlich aufsitzt oder im Innern enthalten ist; oft stehen auch mehrere Körnchen in einem Kreise, so daß sie zusammen den Contour eines größeren, centralen oder excentrischen Kernes bilden. Schon die Unregelmäßigkeit der Formen muß Bedenken erregen und der Irrthum wird offenbar, wenn man die Blutkörperchen sich wälzen läßt, wodurch die Körnchen an den Rand zu stehen kommen (Fig. 1, C. b).

Ein anderer Grund der Täuschung liegt darin, daß die Blutkörperchen sehr bald nach dem Ausfließen entweder am Rande etwas aufschwellen oder sich etwas nach der Fläche biegen, wodurch es unmöglich wird, Umfang und Mitte zugleich deutlich zu sehen, und daher, je nach der Stellung des Objectes, bald ein dunkler Ring mit heller Mitte (Fig. 1, A. a), bald eine helle Scheibe mit dunklem Centrum (Fig. 1, B) gesehen wird. Im ersten Falle befindet sich der Rand, im zweiten Falle das Centrum in der richtigen Focaldistanz. Dies Bild wird um so bestimmter, je mehr die Form der Blutkörperchen sich in der angeführten Weise verändert, und ein besonderer Umstand begünstigt diese Veränderung. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, sich im geschlagenen Blute und im Plasma, auch wenn dasselbe mit Serum oder Salzwasser verdünnt ist und keine eigentliche Gerinnung eintritt, mit den platten Flächen aneinander zu legen und lange Säulen zu bilden, die sich wie Geldrollen ausnehmen. Im ganz gesunden und frischen Blute sieht man die Säulchen sehr zierliche, ästige Figuren bilden, indem auf die Seitenwand einer Rolle eine andere sich mit der Endfläche fest anlegt u. s. f. (Taf. IV. Fig. 1, F). Man fasse eine solche Rolle ins Auge und setze dem Blute nur ein wenig Wasser oder diluirte Salzlösung zu: so sieht man die einzelnen Körperchen sich in der Dicke ausdehnen und auseinanderdrängen; die früher geraden und schmalen Ränder werden wulstig (Fig. 1, D. f), die Grenzen zwischen den einzelnen Körperchen am Rande der Säule durch Einkerbungen bezeichnet und in der Regel biegen sich alle Körperchen nach einer Fläche, so daß sie wie ineinander gestellte Schüsselchen aussehen (Fig. 1, D. e); dabei scheint auch der Umfang dicker zu werden, als der centrale Theil. Auf den Rand gestellt,

sind sie nun halbmondförmig (c, g), seltener biconcav (d), von der Fläche betrachtet aber mit einem so deutlich begrenzten, mittleren Fleck oder Kern versehen (a, b), daß man den Vorgang in seinem ganzen Zusammenhange aufgefaßt haben muß, um nicht getäuscht zu werden. Der Kern oder Fleck ist nichts, als das vertiefte und zugleich verdünnte Centrum der Scheibe, welches, nach der Stellung des Mikroskopes, hell oder dunkel erscheint. Bringt man, wenn die Blutkörperchen diese Form haben, mehr Wasser oder Essigsäure zu, so quellen sie auf und der Anschein von Kern verschwindet. Erst wird nur die Hülle durch eindringendes Wasser ausgedehnt, emporgehoben und spannt sich oft sehr deutlich über die Vertiefung hin, während der zähe farbige Inhalt noch seine frühere Form behält oder sich in einzelne Tropfen trennt; nach und nach wird die Mischung gleichmäßig, die Blutkörperchen werden rund, dicker und in gleichem Maaße blasser. Bei fortdauernder Behandlung mit Essigsäure oder Wasser werden sie ganz durchsichtig und scheinen mit Einem Male zu zergehen; doch sieht man noch lange Zeit bei einiger Anstrengung den Objectträger mit feinen, kreisförmigen Linien, den Contouren der Blutkörperchen entsprechend, bedeckt. Selten verkleinern sich die Körperchen, erhalten schärfere Umrisse und werden kugelrund. Dieser Fall schien einzutreten, wenn ich sie mit Kochsalz und dann mit Essigsäure behandelte.

Bei dem beschriebenen Verwandlungs- und Auflösungsprocesse, den ich nach Gefallen durch Zusatz bald von Wasser, bald von Salz befördern und inhibiren konnte (ich habe dasselbe Blutkörperchen mehrmals hintereinander abwechselnd rund und wieder platt gemacht) ist mir doch fast nie eine Spur von Kern zu Gesicht gekommen; die Auflösung war vollständig. Zuweilen beobachtete ich in der Schale, nachdem sie durch Wasser oder Essigsäure aufgequollen war, 2 oder 3 discrete, punktförmige Körnchen, doch schienen auch diese nicht übrig zu bleiben. Die Kleinheit des Objectes kann daran nicht schuld seyn, denn an den Lymphkörperchen, die nur wenig größer sind, sieht man die Kerne ganz entschieden und als ich, der Vergleichung wegen, Schleimkörperchen, die nicht ganz dreimal so groß sind als Blutkörperchen, bei einer um das Dreifache schwächeren Vergrößerung untersuchte und mit Essigsäure behandelte, konnte ich das Erscheinen des Kernes und selbst das Zerfallen desselben ohne Mühe wahrnehmen.

Concentrirte Salzlösungen machen die Blutkörperchen breiter

und platt; waren sie früher ausgedehnt und napfförmig, so werden sie durch Behandlung mit concentrirter Kochsalzlösung sehr unregelmäßig, verbogen; der Rand bleibt etwas wulstig, der centrale Theil aber wird so platt wie ein Schüppchen, und kann daher wie eine unregelmäßige Oeffnung in der Mitte, aber auch wie ein Kern aussehen.

Ich muß hier noch des Einflusses gedenken, welchen die Eigenschaft der Blutkörperchen, zusammenzukleben und Säulchen zu bilden, auf die Erscheinungen der Coagulation ausübt. Diese Eigenschaft scheint die Ursache zu seyn, daß beim Gerinnen alle oder fast alle Blutkörperchen sich mit dem Faserstoffe verbinden. Läßt man Blut unter dem Mikroskope gerinnen, so erscheinen alsbald nur wenig einzelne Körnchen und viele Klümpchen; werden die letzteren durch Essigsäure durchsichtig gemacht, so sieht man innerhalb derselben die Blutkörnchen auf die angegebene Weise verbunden. Wenn das Plasma sehr concentrirt ist und mehr noch, wenn es stark verdünnt ist, ändert sich die Gestalt der Blutkörperchen so, daß sie nicht aneinanderkleben. Die Gerinnung ist dann entweder ganz unvollständig oder es verbindet sich wenigstens ein Theil der Körperchen nicht mit dem Blutkuchen, und diese sind es wahrscheinlich, die im Serum das rothe Sediment bilden, welches in Krankheiten häufig beobachtet, aber noch nicht mikroskopisch untersucht worden ist.

Ohne Zweifel ist die vermehrte Neigung der Körperchen, aneinander zu kleben, eine der Ursachen und vielleicht die gewöhnlichste der Speckhautbildung. Die Bildung der Speckhaut, die bekanntlich ein pathognomonistisches Symptom entzündlicher Krankheiten ist, beruht zunächst darauf, daß die farbigen Blutkörperchen sich vor der Gerinnung senken und also eine mehr oder minder starke Schicht des Plasma an der Oberfläche gerinnt, ohne Körperchen einzuschließen. Entweder gerinnt das Blut langsamer als gewöhnlich, oder die Körperchen sinken schneller unter. Daß das entzündliche Blut langsamer gerinne, wird zwar von Vielen behauptet, eben so häufig ist aber auch das Gegentheil beobachtet worden (vgl. H. Nasse, Blut. S. 26 ff.). Die Körperchen sind specifisch schwerer als das Plasma des Blutes, und müßten demnach sogleich unter das Niveau sinken, wenn nicht die Adhäsion der Schwere entgegenwirkte. Je mehr Blutkörperchen aber zusammenkleben, um so geringer wird die Oberfläche, welche sie zusammengenommen dem

sind sie nun halbmondförmig (c, g), seltener biconcav (d), von der Fläche betrachtet aber mit einem so deutlich begrenzten, mittleren Fleck oder Kern versehen (a, b), daß man den Vorgang in seinem ganzen Zusammenhange aufgefaßt haben muß, um nicht getäuscht zu werden. Der Kern oder Fleck ist nichts, als das vertiefte und zugleich verdünnte Centrum der Scheibe, welches, nach der Stellung des Mikroskopes, hell oder dunkel erscheint. Bringt man, wenn die Blutkörperchen diese Form haben, mehr Wasser oder Essigsäure zu, so quellen sie auf und der Anschein von Kern verschwindet. Erst wird nur die Hülle durch eindringendes Wasser ausgedehnt, emporgehoben und spannt sich oft sehr deutlich über die Vertiefung hin, während der zähe farbige Inhalt noch seine frühere Form behält oder sich in einzelne Tropfen trennt; nach und nach wird die Mischung gleichmäßig, die Blutkörperchen werden rund, dicker und in gleichem Maaße blasser. Bei fortdauernder Behandlung mit Essigsäure oder Wasser werden sie ganz durchsichtig und scheinen mit Einem Male zu zergehen; doch sieht man noch lange Zeit bei einiger Anstrengung den Objectträger mit feinen, kreisförmigen Linien, den Contouren der Blutkörperchen entsprechend, bedeckt. Selten verkleinern sich die Körperchen, erhalten schärfere Umrisse und werden kugelrund. Dieser Fall schien einzutreten, wenn ich sie mit Kochsalz und dann mit Essigsäure behandelte.

Bei dem beschriebenen Verwandlungs- und Auflösungsprocesse, den ich nach Gefallen durch Zusatz bald von Wasser, bald von Salz befördern und inhibiren konnte (ich habe dasselbe Blutkörperchen mehrmals hintereinander abwechselnd rund und wieder platt gemacht) ist mir doch fast nie eine Spur von Kern zu Gesicht gekommen; die Auflösung war vollständig. Zuweilen beobachtete ich in der Schale, nachdem sie durch Wasser oder Essigsäure aufgequollen war, 2 oder 3 discrete, punktförmige Körnchen, doch schienen auch diese nicht übrig zu bleiben. Die Kleinheit des Objectes kann daran nicht schuld seyn, denn an den Lymphkörperchen, die nur wenig größer sind, sieht man die Kerne ganz entschieden und als ich, der Vergleichung wegen, Schleimkörperchen, die nicht ganz dreimal so groß sind als Blutkörperchen, bei einer um das Dreifache schwächeren Vergrößerung untersuchte und mit Essigsäure behandelte, konnte ich das Erscheinen des Kernes und selbst das Zerfallen desselben ohne Mühe wahrnehmen.

Concentrirte Salzlösungen machen die Blutkörperchen breiter

und platt; waren sie früher ausgedehnt und napfförmig, so werden sie durch Behandlung mit concentrirter Kochsalzlösung sehr unregelmäßig, verbogen; der Rand bleibt etwas wulstig, der centrale Theil aber wird so platt wie ein Schüppchen, und kann daher wie eine unregelmäßige Oeffnung in der Mitte, aber auch wie ein Kern aussehen.

Ich muß hier noch des Einflusses gedenken, welchen die Eigenschaft der Blutkörperchen, zusammenzukleben und Säulchen zu bilden, auf die Erscheinungen der Coagulation ausübt. Diese Eigenschaft scheint die Ursache zu seyn, daß beim Gerinnen alle oder fast alle Blutkörperchen sich mit dem Faserstoffe verbinden. Läßt man Blut unter dem Mikroskope gerinnen, so erscheinen alsbald nur wenig einzelne Körnchen und viele Klümpchen; werden die letzteren durch Essigsäure durchsichtig gemacht, so sieht man innerhalb derselben die Blutkörnchen auf die angegebene Weise verbunden. Wenn das Plasma sehr concentrirt ist und mehr noch, wenn es stark verdünnt ist, ändert sich die Gestalt der Blutkörperchen so, daß sie nicht aneinanderkleben. Die Gerinnung ist dann entweder ganz unvollständig oder es verbindet sich wenigstens ein Theil der Körperchen nicht mit dem Blutkuchen, und diese sind es wahrscheinlich, die im Serum das rothe Sediment bilden, welches in Krankheiten häufig beobachtet, aber noch nicht mikroskopisch untersucht worden ist.

Ohne Zweifel ist die vermehrte Neigung der Körperchen, aneinander zu kleben, eine der Ursachen und vielleicht die gewöhnlichste der Speckhautbildung. Die Bildung der Speckhaut, die bekanntlich ein pathognomonistisches Symptom entzündlicher Krankheiten ist, beruht zunächst darauf, daß die farbigen Blutkörperchen sich vor der Gerinnung senken und also eine mehr oder minder starke Schicht des Plasma an der Oberfläche gerinnt, ohne Körperchen einzuschließen. Entweder gerinnt das Blut langsamer als gewöhnlich, oder die Körperchen sinken schneller unter. Daß das entzündliche Blut langsamer gerinne, wird zwar von Vielen behauptet, eben so häufig ist aber auch das Gegentheil beobachtet worden (vgl. H. Nasse, Blut. S. 26 ff.). Die Körperchen sind specifisch schwerer als das Plasma des Blutes, und müßten demnach sogleich unter das Niveau sinken, wenn nicht die Adhäsion der Schwere entgegenwirkte. Je mehr Blutkörperchen aber zusammenkleben, um so geringer wird die Oberfläche, welche sie zusammengenommen dem

sind sie nun halbmondförmig (c, g), seltener biconcav (d), von der Fläche betrachtet aber mit einem so deutlich begrenzten, mittleren Fleck oder Kern versehen (a, b), daß man den Vorgang in seinem ganzen Zusammenhange aufgefaßt haben muß, um nicht getäuscht zu werden. Der Kern oder Fleck ist nichts, als das vertiefte und zugleich verdünnte Centrum der Scheibe, welches, nach der Stellung des Mikroskopes, hell oder dunkel erscheint. Bringt man, wenn die Blutkörperchen diese Form haben, mehr Wasser oder Essigsäure zu, so quellen sie auf und der Anschein von Kern verschwindet. Erst wird nur die Hülle durch eindringendes Wasser ausgedehnt, emporgehoben und spannt sich oft sehr deutlich über die Vertiefung hin, während der zähe farbige Inhalt noch seine frühere Form behält oder sich in einzelne Tropfen trennt; nach und nach wird die Mischung gleichmäßig, die Blutkörperchen werden rund, dicker und in gleichem Maaße blasser. Bei fortdauernder Behandlung mit Essigsäure oder Wasser werden sie ganz durchsichtig und scheinen mit Einem Male zu zergehen; doch sieht man noch lange Zeit bei einiger Anstrengung den Objectträger mit feinen, kreisförmigen Linien, den Contouren der Blutkörperchen entsprechend, bedeckt. Selten verkleinern sich die Körperchen, erhalten schärfere Umrisse und werden kugelrund. Dieser Fall schien einzutreten, wenn ich sie mit Kochsalz und dann mit Essigsäure behandelte.

Bei dem beschriebenen Verwandlungs- und Auflösungsprocesse, den ich nach Gefallen durch Zusatz bald von Wasser, bald von Salz befördern und inhibiren konnte (ich habe dasselbe Blutkörperchen mehrmals hintereinander abwechselnd rund und wieder platt gemacht) ist mir doch fast nie eine Spur von Kern zu Gesicht gekommen; die Auflösung war vollständig. Zuweilen beobachtete ich in der Schale, nachdem sie durch Wasser oder Essigsäure aufgequollen war, 2 oder 3 discrete, punktförmige Körnchen, doch schienen auch diese nicht übrig zu bleiben. Die Kleinheit des Objectes kann daran nicht schuld seyn, denn an den Lymphkörperchen, die nur wenig größer sind, sieht man die Kerne ganz entschieden und als ich, der Vergleichung wegen, Schleimkörperchen, die nicht ganz dreimal so groß sind als Blutkörperchen, bei einer um das Dreifache schwächeren Vergrößerung untersuchte und mit Essigsäure behandelte, konnte ich das Erscheinen des Kernes und selbst das Zerfallen desselben ohne Mühe wahrnehmen.

Concentrirte Salzlösungen machen die Blutkörperchen breiter

und platt; waren sie früher ausgedehnt und napfförmig, so werden sie durch Behandlung mit concentrirter Kochsalzlösung sehr unregelmäßig, verbogen; der Rand bleibt etwas wulstig, der centrale Theil aber wird so platt wie ein Schüppchen, und kann daher wie eine unregelmäßige Oeffnung in der Mitte, aber auch wie ein Kern aussehen.

Ich muß hier noch des Einflusses gedenken, welchen die Eigenschaft der Blutkörperchen, zusammenzukleben und Säulchen zu bilden, auf die Erscheinungen der Coagulation ausübt. Diese Eigenschaft scheint die Ursache zu seyn, daß beim Gerinnen alle oder fast alle Blutkörperchen sich mit dem Faserstoffe verbinden. Läßt man Blut unter dem Mikroskope gerinnen, so erscheinen alsbald nur wenig einzelne Körnchen und viele Klümpchen; werden die letzteren durch Essigsäure durchsichtig gemacht, so sieht man innerhalb derselben die Blutkörnchen auf die angegebene Weise verbunden. Wenn das Plasma sehr concentrirt ist und mehr noch, wenn es stark verdünnt ist, ändert sich die Gestalt der Blutkörperchen so, daß sie nicht aneinanderkleben. Die Gerinnung ist dann entweder ganz unvollständig oder es verbindet sich wenigstens ein Theil der Körperchen nicht mit dem Blutkuchen, und diese sind es wahrscheinlich, die im Serum das rothe Sediment bilden, welches in Krankheiten häufig beobachtet, aber noch nicht mikroskopisch untersucht worden ist.

Ohne Zweifel ist die vermehrte Neigung der Körperchen, aneinander zu kleben, eine der Ursachen und vielleicht die gewöhnlichste der Speckhautbildung. Die Bildung der Speckhaut, die bekanntlich ein pathognomonistisches Symptom entzündlicher Krankheiten ist, beruht zunächst darauf, daß die farbigen Blutkörperchen sich vor der Gerinnung senken und also eine mehr oder minder starke Schicht des Plasma an der Oberfläche gerinnt, ohne Körperchen einzuschließen. Entweder gerinnt das Blut langsamer als gewöhnlich, oder die Körperchen sinken schneller unter. Daß das entzündliche Blut langsamer gerinne, wird zwar von Vielen behauptet, eben so häufig ist aber auch das Gegentheil beobachtet worden (vgl. H. Nasse, Blut. S. 26 ff.). Die Körperchen sind specifisch schwerer als das Plasma des Blutes, und müßten demnach sogleich unter das Niveau sinken, wenn nicht die Adhäsion der Schwere entgegenwirkte. Je mehr Blutkörperchen aber zusammenkleben, um so geringer wird die Oberfläche, welche sie zusammengenommen dem

Plasma darbieten, um so leichter also wird die Schwere überwinden und um so rascher das Sinken eintreten. In der That sondert sich das Blut, welches zur Erzeugung einer Speckhaut geneigt ist, schon gleich beim Ausfließen aus der Ader in Flocken, die im klaren Serum schwimmen, während das gesunde Blut eine gleichförmig gefärbte Fläche darbietet[1]. Möglich wäre es allerdings, daß eine Verminderung des specifischen Gewichtes des Plasma, oder eine Vermehrung des specifischen Gewichtes der Blutkörperchen an dem schnelleren Sinken der letzteren schuld sey, indessen senken sich normale Blutkörperchen nicht schneller im Serum von speckhäutigem Blute und Blutkörperchen aus speckhäutigem Blute nicht schneller in anderem Serum[2]. Aus welchem Grunde die Blutkörperchen zusammenkleben und wodurch die Neigung dazu vermehrt werde, ist nicht bekannt. Es scheint nicht, als ob die Quantität des Faserstoffes im Plasma darauf Einfluß hätte, da die Säulen sich auch in geschlagenem Blute bilden. H. Nasse ist der Ansicht[3], daß Uebergewicht an Eiweiß oder Mangel an Salzen im Plasma das Zusammenkleben befördere.

Wir haben Grund anzunehmen, daß gewisse Stoffe an den Blutkörperchen dieselben Veränderungen, welche sie außer den Gefäßen hervorbringen, auch nach Resorption, vom Magen aus oder auf anderem Wege, innerhalb der Blutgefäße des lebenden Körpers bewirken können. C. H. Schultz[4] hat darauf aufmerksam gemacht, daß nach reichlichem Getränk das Serum gelblich, selbst röthlich gefärbt seyn kann, denn der Farbestoff der Blutkörperchen ist nicht absolut unlöslich im Plasma, sondern nur um so weniger löslich, je reicher das letztere an Salzen ist. Thiere, die lange vom Getränk abgehalten waren, lieferten ein farbloses Serum. Auf diesem Verhältnisse beruhen vielleicht die eigenthümlichen Wirkungen wässeriger Nahrung, anhaltend trockener und feuchter Witterung. Schultz giebt auch an[5], daß bei einem Frosche, dem er während des Lebens Jodine in den Mund gelegt hatte, die Blutkörperchen hernach der Einwirkung des Wassers längere Zeit widerstanden, und vermuthet,

1 H. Nasse, Blut. S. 34.

2 *Hewson, Exp. inq. I, 47.*

3 F. und H. Nasse, Unters. II, 149.

4 Hufeland's Journ. 1838. Apr. S. 24.

5 Circulation. S. 19.

daß damit die therapeutische Wirkung der Jodine zusammenhänge. Frösche, die in Kohlensäure oder Wasserstoff erstickt waren, hatten Blutkörperchen von derselben Gestalt, welche dieselben durch Schütteln mit Kohlensäure annehmen [1].

Während zu den mikroskopisch-chemischen Versuchen meistens die kernhaltigen Blutkörperchen der niederen Wirbelthiere benutzt wurden, hat man die chemischen Analysen im Großen fast nur mit menschlichem und Säugethierblute angestellt. Von dem Contentum der Bläschen lehrt die mikroskopische Beobachtung, daß dasselbe in Wasser und Essigsäure löslich ist. Wir haben angegeben, wie nach dem Eindringen des Wassers ins Innere der Blutbläschen Wasser und Farbestoff anfangs in geschiedenen Tropfen liegen und erst nach und nach sich gleichmäßig mischen, woraus hervorzugehen scheint, daß der Farbestoff, obgleich flüssig und formlos, doch eine gewisse Consistenz habe, etwa wie eine zähe Gummilösung.

Bei den chemischen Untersuchungen der Blutkörperchen wurde Schale und Inhalt nicht gesondert. Man isolirt die Blutkörperchen, indem man das geschlagene Blut mit wenigstens dem 4fachen Volumen einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron mischt und filtrirt, wobei zwar ein Theil durch das Filtrum geht, der größere Theil aber zurückbleibt, oder durch Ausziehen des Blutkuchens mit Wasser. Im ersten Falle ist man sicher, nur aufgeschlämmte Blutkörperchen zu erhalten, im letzteren Falle soll nach Berzelius das Blutroth im Wasser aufgelöst seyn, nach Prévost und Dumas ist es ebenfalls nur aufgeschlämmt. Die Wahrheit liegt in der Mitte, indem durch Behandlung mit Wasser sowohl ganze, aufgequollene Körperchen, als der aufgelöste Inhalt derselben erhalten werden. Das Magma von Blutkörperchen ist, was die Chemiker Blutroth, Cruor nennen. Es besteht aus dem eigentlichen Farbestoffe des Blutes, Hämatin, welcher durch Alkohol ausgezogen werden kann; seine Eigenschaften sind bereits im chemischen Theile angegeben worden; ferner aus einem organischen, nicht in Alkohol löslichen Bestandtheile, dem Globulin nach Berzelius, aus Alkali, phosphorsaurem Kalk und Wasser. 100 Theile trocknes Blutroth enthalten ungefähr 94,5 Theile Globulin und 5,5 Hämatin. Ich habe zu beweisen gesucht, daß das Globulin aus Eiweiß nebst den Hüllen der Blutkörperchen, deren chemische

1 Schultz, a. a. O. S. 27.

Natur noch unbekannt ist, bestehe und diese Ansicht wird jetzt noch wahrscheinlicher wegen des beständigen Austausches, der zwischen den Blutkörperchen und dem Plasma, durch Endosmose, stattfindet. Das Hämatin beträgt nicht völlig $1/_{12}$ des Gewichtes der ganzen Blutkörperchen, die Hüllen dürften wohl kaum auf $1/_{6}$ des Gewichtes der Blutkörperchen anzuschlagen seyn, den größten Theil der Blutkörperchen, und den größten Theil des Gemenges von Schalen und Contentum, das man Globulin nennt, macht also die eiweißhaltige Substanz aus, die nach der Extraction des Hämatins in den Blutkörperchen zurückbleibt. Ich werde dieselbe mit dem Namen des **entfärbten Contentum** bezeichnen [1].

Die meisten chemischen Versuche sind mit den ganzen Blutkörperchen angestellt worden, wobei also zu errathen bleibt, welchen Antheil an den Reactionen den einzelnen Substanzen (Schalen, Hämatin und entfärbtem Contentum) zukommt. Unter den Reactionen der Blutkörperchen ist die interessanteste ihre Farbenveränderung aus dem hellen Scharlachroth ins dunkle, braunrothe, wodurch sich arterielles und venöses Blut unterscheiden. Stoffe, welche das dunkle Blut hell färben, sind: Sauerstoff, concentrirte Lösungen von Salzen mit alkalischer Basis und von Zucker, und zwar tritt die Röthung durch Salze und Zucker nicht nur an der Luft, sondern auch im luftleeren Raume und selbst in einer Atmosphäre von Wasserstoff, Stickgas und Kohlensäuregas ein [2]. **Newbigging** [3] bemerkte, daß dunkles Blut in einer Tasse hellroth wird an den Stellen, wo die Tasse mit grünem Chromoxyd gemalt ist, und **Taylor** [4] bestätigte, daß Farben, welche Chromoxyd enthalten, dem Blute eine hellere Röthe ertheilen. Dagegen wird hellrothes Blut in Berührung mit Kohlensäure und durch Vermischen mit reinem destillirtem Wasser dunkel, schwefelige und andere Säuren, in kleinen

1 **Denis** schlägt bei den Blutkörperchen die Hüllen zu 2, die Kerne zu 98% an. Man muß wissen, daß seiner Ansicht nach der Blutkuchen blos aus den Blutkörperchen besteht, daß er den ausziehbaren Farbestoff (Hämatin) für die Substanz der Hülle und Alles, was zurückbleibt, den Faserstoff nebst den Hüllen und dem entfärbten Contentum der Blutkörperchen für die Substanz der Kerne nimmt.

2 *Gregory* und *Irvine*, *l'Institut. No. 61.* *Stevens*, *Lond. med. gaz. 1834. May.*

3 *Edinb. new phil. journ. 1839. Oct.*

4 *The Lancet. 1840. Febr.*

Mengen mit Blut geschüttelt, ändern seine Farbe von Roth in Schwarzbraun um, eben so wirken Lösungen von salpetersaurem Silber- und Wismuthoxyd, von essigsaurem Kupfer und anderen Kupfersalzen, salzsaurem Eisen, Tartarus stibiatus, essigsaurem Zink, ferner Decocte von Digitalis, Tabak, Aqua laurocerasi und gerbsäurehaltigen Substanzen [1]. Stickstoffoxydul- und Stickstoffoxydgas färben das helle Blut dunkler purpurroth. Man pflegt diese Reactionen anzusehen als Folge chemischer Umänderungen, welche das Hämatin durch die genannten Substanzen, namentlich durch Sauerstoff und Kohlensäure erfahre [2]; eine chemische Umwandlung mag in der That in einigen Fällen stattfinden, wie auch die wässerige Lösung des Farbestoffes von Schwefelkalien grün, von Schwefelwasserstoff erst grün und dann violett gefärbt wird. Für die gewöhnlichere Ursache halte ich aber eine Veränderung in dem Aggregatzustande der färbenden Materie. Es ist auffallend, daß dieselben Substanzen dem Blute eine hellrothe Farbe ertheilen, welche die Lösung des Farbestoffes im Serum verhindern und die platte Form der Blutkörperchen erhalten oder wiederherstellen, wie Salze und Zucker in concentrirten Lösungen, wogegen in reinem Wasser, das den Farbestoff löst und die Kügelchen aufquellen macht, das Blut sich dunkel färbt. Hamburger [3] hat sogar beobachtet, daß salzsaure Salze in verdünnter Lösung das Blut dunkel, in concentrirter Lösung hell färben und daß Citronensäure in verdünnter und concentrirter wässeriger Lösung die Gerinnung des Blutes hindere und ihm eine dunkle Farbe ertheile, wogegen sie, in kaum angefeuchtetem Zustande dem Blute zugesetzt, zwar auch den Faserstoff aufgelöst erhielt, aber die dunkle Farbe in Hellroth umwandelte. Allerdings wurde Blut von Kleesäure, sowohl von krystallinischer als aufgelöster, dunkel. Nach den zuvor mitgetheilten Beobachtungen von Schultz werden im Sauerstoffe die Blutkörperchen ebenfalls platt und quellen in Kohlensäure auf. In Beziehung auf den Aggregatzustand der färbenden Substanz unterscheiden sich also Blut, welches mit Salzlösung oder Sauerstoff, und Blut, welches mit

1 Hamburger, Exp. circa sanguinis coagulationem. p. 32. 42.

2 Mulder (*Bulletin de Neerlande. 1839. p. 88*) hält es für wahrscheinlich, daß das Hämatin im Arterienblute metallisches Eisen, im Venenblute Kohlenstoffeisen enthalte.

3 a. a. O. p. 37.

Wasser oder Kohlensäure behandelt ist, in folgenden zwei Punkten: 1. daß in jenem das Plasma klar, der färbende Stoff in einzelnen Partikelchen suspendirt ist, während im letzteren der Farbestoff zum Theil an das Plasma getreten ist und sich demnach gleichförmiger vertheilt. 2. Dadurch, daß im ersten Falle die färbenden Theilchen Scheiben mit fast planen Flächen, im zweiten Falle Scheiben mit convexen Flächen oder Kügelchen sind. Aus beiden Gründen ließe sich der Farbenunterschied des hellen und dunkeln Blutes erklären. Wenn aber das Blut dadurch dunkler werden sollte, daß sich der Farbestoff gleichmäßiger durch die Flüssigkeit vertheilte, so könnte Blut, nachdem es einmal dunkel geworden, sich nicht wieder durch Sauerstoff oder Salze hell röthen, wie es doch der Fall ist [1], denn das Pigment kann bei der Zusammenziehung der Körperchen nicht wieder ganz in dieselben zurückkehren. Es bleibt also nur die Annahme übrig, daß die Farbe des Blutes von der Form der Blutkörperchen abhängt und um so heller ist, je platter die Körperchen. Aehnliche Fälle, wo sich die Farbe mit dem Aggregatzustande ändert, kommen auch in der anorganischen Natur vor. Zinnober, erhitzt und langsam abgekühlt, ist roth, schnell abgekühlt wird er schwarz. Das frisch sublimirte Quecksilberiodid ist gelb, beim Erkalten ändert sich seine Farbe in Scharlach um und durch Druck erfolgt diese Veränderung sogar augenblicklich.

Die wässerige Lösung des Blutrothes (d. h. Wasser mit aufgelöstem Farbestoffe und aufgeschlämmten Blutkörperchen) fängt bei + 60° an zu opalisiren und gerinnt vollständig bei 66,5°; eine concentrirte Lösung ist alsdann noch roth. Das Coagulum von hochrothem und dunkelrothem Blutroth besitzt dieselbe ziegelrothe Farbe. Alkohol und Säuren coaguliren die wässerige Lösung des Blutrothes ebenfalls. Setzt man zu einer Auflösung von Blutroth einen Tropfen Essigsäure und dann eine zur Sättigung der Säure nothwendige Menge Alkali, so fällt das mit der Säure verbunden gewesene Blutroth geronnen nieder, das übrige bleibt aufgelöst; dasselbe erfolgt, wenn man erst Alkali zusetzt und dies nachher mit Säure sättigt. Galläpfelinfusion fällt das Blutroth aus dem Wasser mit blaßrother Farbe. Das geronnene Blutroth hat mit Fibrin große Aehnlichkeit; es enthält ebenfalls ein festes Fett, wird von kochendem Wasser eben so verändert und verbindet sich mit Säuren

[1] Müller, Physiol. I, 320.

ebenfalls zu neutralen, in saurem Wasser unlöslichen Verbindungen. In reinem Wasser sind diese mit dunkelbrauner Farbe löslich. Von concentrirter Essigsäure wird das geronnene Blutroth in eine braune Gallert verwandelt, welche sich in Wasser zu einer rothbraunen, halbklaren Flüssigkeit auflöst; aus der essigsauren Lösung wird durch Ammoniak das Blutroth wieder gefällt, durch Cyaneisenkalium wird es braun niedergeschlagen. Auch Mineralsäuren schlagen es aus der essigsauren Lösung nieder. In verdünnter kaustischer Kalilösung schwillt das Blutroth zu einer braunen, in lauem Wasser löslichen Gallert; wenn es in Ueberschusse von Kali aufgelöst und die Auflösung durch Wärme concentrirt wird, so zeigt die Flüssigkeit eine grüne Farbe, gleich der Galle. Aus den Auflösungen in Säuren und Alkalien wird das Blutroth durch Gerbesäure niedergeschlagen.

Die Asche der Blutkörperchen beträgt 1¼—1⅓% des getrockneten Blutrothes; sie ist rostbraun, reagirt alkalisch. Berzelius erhielt von 1,3 Theilen Asche:

kohlensaures Natron und Spur. von phosphorsaurem	0,3
phosphorsaure Kalkerde	0,1
Kalkerde	0,2
basisch phosphorsaures Eisenoxyd	0,1
Eisenoxyd	0,5
Kohlensäure und Verlust	0,1

Davon kommt der Eisengehalt allein auf Rechnung des Hämatins.

Die Menge der Blutkörperchen im Verhältnisse zum Serum und Plasma kann man durch Filtriren des geschlagenen Blutes oder auch dadurch bestimmen, daß man vom Gewichte der Placenta das bekannte Gewicht des Faserstoffes abzieht. Die Blutkörperchen bleiben größtentheils auf dem Filtrum zurück, wenn man das Blut, wie angegeben, mit einer Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt. Nach Le Canu[1] betragen, auf diese Weise bestimmt, die Blutkörperchen etwa 12% des Blutes. Denis[2] giebt ihre Menge bei Männern zu 11,05—18,6, im Mittel zu 14,9, bei Weibern zu 7,14—16,71, im Mittel zu 12,77% an. Personen von sanguinischem Temperamente sollen mehr Blutkörperchen haben, als phlegmatische; in der Entzündung, in Chlorosis und nach wiederholten Aderlässen fand Denis ihre Zahl vermindert; sie mindert sich nach

1 *Études chim. sur le sang humain. Paris 1837.*

2 *Recherches expérimentales sur le sang humain. Paris 1830.*

F. Simon[1] auch mit dem Alter; indeß muß bemerkt werden, daß diese Behauptung auf nicht mehr als drei Analysen kranker Körper gegründet ist. Simon fand in 1000 Theilen Blut bei einem 3½jährigen Kinde 115, bei einem 28jährigen Mädchen 106, bei einem 55jährigen Manne 77 Theile Blutkörperchen.

Auch die zweite Art von Kügelchen des Blutes, die farblosen Blutkörperchen oder die gewöhnlich sogenannten Lymphkügelchen beschreibe ich zuerst so, wie man sie bei den Reptilien, namentlich bei Fröschen findet. Sie sind kleiner, als die farbigen Körperchen, beim Frosche 0,005‴ im Durchmesser (R. Wagner), aber fast um das Doppelte größer als die Kerne der letzteren, kugelig, jedoch nicht vollkommen kreisrund, sondern etwas plattgedrückt, auch unregelmäßig, keulenförmig, mitunter fast noch einmal so lang, als breit; sie haben eine schwach körnige Oberfläche, ähnlich den größeren Kügelchen der Lymphe, und gleich diesen verändern sie sich in Wasser nicht oder langsam und zerfallen durch Essigsäure in Schale und Kern; der letztere ist bald einfach, bald aus 2 oder 3, selten 4, ganz oder fast ganz getrennten Körperchen zusammengesetzt. Ihre Menge ist viel geringer, als die Menge der farbigen Körperchen. Aus den Zählungen, welche Will[2] mit Blut aus der Schenkelvene und dem Herzen des Frosches vorgenommen hat, ergiebt sich, daß im Mittel die farbigen etwa 5½mal zahlreicher sind, als die farblosen; bei einem Frosche, der über 3 Monate gehungert hatte, kam nur auf 16 farbige Blutkörperchen ein farbloses. Nachdem das Blut eines gesunden Frosches 2 Stunden gestanden hatte, waren in einem Tropfen aus der obersten Schicht unter 55 farbigen 76 farblose Körperchen. Es erklärt sich dies abweichende Resultat daraus, daß die größeren farbigen Blutkörperchen sich rascher zu Boden senken müssen, als die kleineren, welche die Adhäsion schwerer überwinden, indeß liefert nach Wagner dieser Versuch nicht jedesmal dasselbe Resultat.

In den Capillargefäßen des lebenden Thieres bewegen sich die farblosen Blutkörperchen immer an den Wänden des Gefäßes hin, in einer Schicht von Plasma, in welche bei normalem Kreislaufe nur selten ein farbiges Körperchen eindringt. Sie rollen kollernd, viel langsamer als die farbigen Blutkörperchen, obgleich im Allge-

[1] Med. Chemie. I, 325.

[2] R. Wagner, Beitr. II, 22.

meinen ihre Schnelligkeit zu der Schnelligkeit der farbigen Körperchen im Verhältniß steht; sie ruhen oft lange Zeit an den Wänden und werden erst durch den Stoß von einem farbigen Körperchen wieder flott gemacht. In der Mitte des Stromes bewegen sie sich mit größerer Geschwindigkeit, doch scheinen sie nach den Wänden hin gedrängt zu werden und alsdann die langsamere Bewegung anzunehmen. Höchst wahrscheinlich beruht diese Differenz der Schnelligkeit darauf, daß die farblosen Körperchen eine rauhe, klebrige Oberfläche und eine viel geringere Elasticität besitzen, als die farbigen, weshalb die ihnen mitgetheilte Bewegung viel früher geschwächt und vernichtet wird [1].

Bei der Aehnlichkeit der farblosen Blutkörperchen mit den Körperchen der Lymphe schien nichts gewisser, als daß sie aus den Lymphgefäßen in die Blutgefäße gelangt seyen; sie wurden daher auch ohne Weiteres als Lymphkörperchen im Blute bezeichnet. Aehnliche Körperchen entstehen aber auch aus den farbigen Blutkörperchen und zwar jedesmal, wenn das Blut längere Zeit in einem Gefäße stockt [2]. Wenn eine Froschlarve aus dem Wasser unter das Mikroskop gebracht wird, so findet man nur wenige farblose Körperchen; nachdem sie aber 4—6 Stunden auf der Glasplatte gelegen und nur wenig Wasser erhalten hat, wobei das Blut öfters stockt und sich erst nach und nach wieder in Bewegung setzt, so sind alle Adern voll farbloser Kugeln. Eine Viertelstunde lang durfte das Blut still stehen, ohne daß es sich veränderte, nach längerer Zeit klebten die Blutkörperchen aneinander, hafteten an den Wänden und wälzten sich an ihnen hin; dabei nahmen sie bald eine runde Gestalt an und wurden ihrer rothen Farbe allmählig beraubt. Wie sich dabei der Kern verhalte, ist nicht ermittelt. Ich vermuthe, daß er einfach seyn wird, und vielleicht lassen sich eben an dem einfachen Kerne die Blutkörperchen, welche durch Stocken rund und blaß geworden sind, von den Lymphkörperchen unterscheiden.

Mit den farblosen Blutkörperchen der Frösche stimmen die der übrigen niederen Wirbelthiere im Allgemeinen überein. Bei den Säugethieren und dem Menschen finde ich eine sehr geringe Menge runder, körniger, blasser Kügelchen im Blute (Taf. IV, Fig. 1, E)

1 Ascherson, Müll. Arch. 1837. S. 453.

2 E. H. Weber, ebendas. 1838. S. 462.

etwas größer, als die farbigen Blutkörperchen (bis zu 0,005‴), häufiger im Serum, als zwischen den Blutkörperchen des Cruor. Oft liegen sie in kleinen Haufen zusammen. Der Kern ist in einigen schon gleich anfangs deutlich, in anderen wird er es durch Wasser oder Essigsäure. Er ist einfach oder besteht aus 2 oder 3 Körnchen, von welchen die größeren eine mittlere Depression haben, die sich wie ein dunkler Fleck ausnimmt. Uebergänge zwischen einfachen und getheilten Kernen finden sich durch angedeutete Spaltung der einfachen Kerne. Die Kerne liegen meist excentrisch, sie sind in Essigsäure unlöslich, die Schale wird erst glatt, durchsichtig und löst sich dann auf. In diesen und allen anderen Beziehungen gleichen die farblosen Blutkörperchen den ausgebildeten Lymphkörperchen. Von eingeschrumpften farbigen Blutkörperchen unterscheiden sie sich durch die Feinheit der Granulation, durch die Größe und besonders durch den Kern.

Nach einer Beobachtung von Ascherson scheinen diese Körperchen auch bei den Säugethieren längs den Wänden der Gefäße zu schwimmen. Er sah in den Mesenterialgefäßen einer Maus einzelne Kügelchen, die an den Wänden hängen geblieben waren, aber größer schienen, als die Blutkörperchen [1].

Daß diese Körperchen nicht, wie die zuletzt erwähnten farblosen Blutkörperchen der Frösche, durch Metamorphose aus den farbigen Blutkörperchen entstehen, ist ziemlich gewiß, denn man kann nicht wohl annehmen, daß sich in den Zellen, wenn sie zufällig in den Gefäßen stocken, ein Kern nachträglich bilde. Es sind also wahre Lymphkörperchen, aus dem Chylus übergegangen und in der Umwandlung zu farbigen Blutkörperchen begriffen. Denn daß sie allmählig in diese übergehen, kann man zwar nicht direct beobachten, indeß ist es mir doch, wie oben erwähnt, häufig vorgekommen, daß unter einem Haufen dem Anschein nach einander ganz gleicher farbiger Blutkörperchen nach Behandlung mit Essigsäure sich einige kernhaltige fanden, die auch nicht größer waren, als die farbigen Blutkörperchen, In diesen war der Kern immer einfach, woraus ich schließe, daß sie eine spätere Entwickelungsstufe sind, als die größeren, durchsichtigen Lymphkörperchen. Die farbigen Blutkörperchen mit Kernen bilden den Uebergang zwischen Lymphkörperchen und reifen, kernlosen Blutkörperchen.

[1] a. a. O. S. 455.

Dagegen kommen auch den Lymphkörperchen auf den ersten Blick ähnliche, körnige und blasse Blutkörperchen zuweilen in frischem Blute ganz einzeln vor, die also nicht erst durch die Methode der Untersuchung erzeugt seyn können. Durch Essigsäure werden sie erst glatt und lösen sich endlich auf, ohne einen Kern zu hinterlassen. Nach Donné[1] sind solche Körperchen, weiß und sphärisch, ohne Kern, größer als Blutkörperchen, besonders zahlreich im Blute von Wassersüchtigen. Diese Art entspricht vielleicht den durch Stagnation veränderten Blutkörperchen der Frösche.

Der flüssige Bestandtheil des Blutes, das Plasma, ist nach Entfernung des Faserstoffes klar oder durch kleine Quantitäten von aufgelöstem Blutroth oder Gallenpigment gelblich, grünlich oder röthlich gelb, nicht selten milchig, von beigemischten Fetttheilchen[2].

Nach H. Nasse ist das Serum des speckhäutigen Blutes gewöhnlich sehr klar[3]. Das specifische Gewicht des Serum beträgt 1,027 — 1,029; es ist von salzigem Geschmacke und alkalischer Reaction. Das Plasma enthält verschiedene im Wasser aufgelöste Substanzen, das Wasser beträgt, nachdem der Faserstoff ausgeschieden, 88 — 90 Procent der Flüssigkeit[4], durch Blutentziehungen wird die Menge desselben vermehrt[5]. Das Serum, welches bei der Gerinnung sich zuerst vom Kuchen trennt, enthält nach Thackrah[6] weniger feste Bestandtheile, als das später abgesonderte.

Die wesentlichen und beständigen festen Bestandtheile des Plasma sind die folgenden:

1. Faserstoff wird gewonnen durch Schlagen des Blutes oder Auswaschen des Blutkuchens. Nach der letzten Methode fällt die Quantität desselben größer aus[7], weil ein großer Theil entfärb-

1 *Arch. gén. 1838. T. I. p. 125.*

2 Kastner, Das weiße Blut. Erlangen 1832. S. 35.

3 Blut. S. 77.

4 S. die Angaben verschiedener Beobachter zusammengestellt bei H. Nasse, Blut. S. 115.

5 H. Nasse, a. a. O. S. 148.

6 *Inquiry into the nature and properties of the blood. 2. ed Lond. 1834. p. 41. 232.*

7 Maitland *(an experimental essay on the physiol. of the blood. Lond. 1838)* führt diese Thatsache an und schließt daraus, daß die Kerne der Blutkörperchen aus Faserstoff bestehen, indem er den Theil der Blutkörperchen, der nach Extraction des Farbestoffes zurückbleibt, für die Kerne h…

ter Blutkörperchen, Globulin, in dem Faserstoffe eingeschlossen bleibt. Die Menge des Faserstoffes ist veränderlich. In möglichst gesundem Blute beträgt die Mittelzahl des trockenen Faserstoffes in 1000 Theilen nach Denis 2,7 bei Männern, 2,6 bei Weibern. H. Nasse giebt die mittlere Quantität auf 2,5 an. Le Canu und Stannius[1] stellten viele Messungen indiscriminatim an Gesunden und Kranken an und erhielten dadurch ein viel höheres Mittel, Le Canu 4,298, Stannius 3,595. Bei dem Letzteren schwankt die Menge zwischen 1,034 und 7,083, die kleinste fand er bei Menschen, deren Zustand am meisten dem der Gesundheit sich näherte, die größten bei Kranken, die an Entzündungen, namentlich an Entzündung der Lunge litten. Auch bei Phthisikern war der Faserstoff vermehrt. Jennings[2] gewann aus entzündlichem Blute als Mittel von 8 Fällen 7,528. Das Blut schwangerer Frauen ist reich an Faserstoff[3], nach Nasse[4] enthält es im Mittel 3,9 Theile auf 1000. Im Scorbut ist die Faserstoffmenge vermindert. Gewöhnlich ist zugleich mit dem Faserstoffe auch die Quantität der übrigen festen Bestandtheile vermehrt. Doch kommt Reichthum an Faserstoff auch bei Verminderung der übrigen festen Theile, namentlich der Blutkörperchen vor.

2. Eiweißstoff, 68,6 in 1000 Theilen Blut, 78,45 in 1000 Theilen Serum (Le Canu). Bei Männern beträgt nach Denis die mittlere Quantität in 1000 Theilen Blut 63, bei Weibern 68. Bei Leuten von lymphatischem Temperament und in Entzündung ist der Gehalt an Eiweißstoff größer.

3. Käsestoff, von Gmelin im Ochsenblute nachgewiesen.

4. Fett. In vielen Fällen, wo die Menge desselben vermehrt ist, ertheilt es, wie erwähnt, dem Serum eine weiße Farbe und ist also wahrscheinlich in Form derselben mikroskopischen Kügelchen im Blute enthalten, wie im Chylus. Hewson[5] sah im Serum rundliche Kügelchen, kleiner als Blutkörperchen, die er den Milchkügelchen vergleicht; ihre Größe aber war beständiger und glich ungefähr der Größe der kleinsten Milchkügelchen. Wird die Gerin-

[1] Hufeland's Journ. 1838. Novbr. S. 3 ff.

[2] *Transact. of the prov. med. and surg. association. III, 66.*

[3] Thackrah, a. a. O. S. 147.

[4] a. a. O. S. 94.

[5] *Exp. inq. I, 141.*

nung des Blutes durch kohlensaures Kali verzögert, so daß die Blutkörperchen sich zu senken beginnen, so ist die oberste Schicht des Plasma weißlich und dies rührt wohl von den Fetttheilchen her, die oben schwimmen. Sowohl bei der freiwilligen Gerinnung, als bei der künstlichen Coagulation des Eiweißes wird das Fett durch die Coagula eingeschlossen und kann mittelst heißen Alkohols oder Aethers aus denselben ausgezogen werden. Klares Blutwasser, mit Aether geschüttelt, giebt ebenfalls Fett an denselben ab; es scheint daher ein Theil Fett auch auf irgend eine Weise aufgelöst im Blute enthalten zu seyn, wenn man nicht lieber annehmen will, daß die Menge desselben in gewöhnlichem Serum zu gering sey, um eine merkliche Trübung zu veranlassen. Zu den im Blute enthaltenen Fettarten rechnet man Cholestearin, Serolin und die eigentlichen verseifbaren Fette (margarin- und elainsaures Glycerin) des menschlichen Körpers. Berzelius vermuthet[1], daß das Blut alle Arten Fett enthalte, welche in verschiedenen Theilen des Körpers vorkommen und zählt dazu das phosphorhaltige Gehirnfett, welches nach den neueren Untersuchungen von Frémy noch zweifelhaft ist. Le Canu fand phosphorhaltiges Fett weder im Serum, noch im Faserstoffe und Berzelius glaubt daher, daß es die Blutkörperchen begleite. Die alkoholische Lösung des Fettes aus dem Blute röthet Lakmus, ein Beweis, daß das Fett sich zum Theil in demselben sauren Zustande, wie nach der Verseifung, im Blute befindet. Zum Theil löst es sich auch in kaustischer Kalilauge.

Die Quantität des Fettes ist, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, nicht constant. Chevreul[2] erhielt aus 1000 Theilen getrocknetem Faserstoff 40—45 Theile Fett, H. Nasse[3] 37, bei Entzündung etwas mehr. Im klaren Serum fand Le Canu 2,0—2,8, Nasse 0,5—1,0. Bei Leberentzündung enthält das Serum nach Traill[4] 24—45 in 1000.

5. Eine geringe Menge minder genau bestimmter thierischer Substanz bleibt, nachdem der Faserstoff und Eiweißstoff mit dem Fett entfernt sind, im Blutwasser, in Verbindung mit den Salzen und mit unbestimmbaren Quantitäten der folgenden Bestandtheile

1 Chemie. IX, 88.

2 *Magendie, Journ. de phys. IV, 123.*

3 Blut. S. 359.

4 *Edinb. med. and surg. Journ. XIX, 320.*

zurück und wird durch Verdunsten erhalten. Sie ist theils in Alkohol, theils in Wasser löslich. Das in Alkohol Lösliche ist nach Berzelius die Substanz, welche durch Kochen der albuminösen Bestandtheile, also durch Zersetzung derselben, entsteht, ferner das Gemenge der unter dem Namen Osmazom zusammengefaßten Extractivstoffe. Die im Wasser lösliche Materie wird durch Gerbestoff gefällt und ist wahrscheinlich identisch der anderen, durch Kochen albuminöser Bestandtheile gebildeten, im Alkohol unlöslichen Substanz und dem Wasserextract. Es bleibt nach der Digestion eine in Wasser und Alkohol unlösliche Substanz, ein Rest von coagulirtem Eiweiß, welcher vorher durch freies oder kohlensaures Alkali aufgelöst gewesen war.

6. Gallenpigment findet sich, nach den oben bei Beschreibung der Bestandtheile der Galle angeführten Beobachtungen von Le Canu, Sanson, Denis u. A. nicht blos bei Ikterischen, sondern auch im gesunden Blute[1].

7. Harnstoff, nach Marchand's Versuchen, s. den chemischen Theil.

8. Einige Riechstoffe. Denis[2] unterscheidet: a. einen knoblauchartigen, an die Fette gebundenen Riechstoff; b. einen specifischen, in jeder Species eigenthümlich charakterisirten, welcher von einem flüchtigen Oel abhänge, durch Ausziehen mit kaltem Alkohol an diesen übergehe und nach Behandlung des Blutes mit Schwefelsäure besonders merklich werde; endlich c. einen veränderlichen Riechstoff, der von den Nahrungsmitteln herrühre.

9. Salze, und zwar:

a. Von Natron und Kali mit Milchsäure, fetten Säuren, Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure; Chlornatrium in besonders großer Menge. Es krystallisirt bei Verdunstung des Rückstandes nach Entfernung der Blutkörperchen, des Faserstoffes, Eiweißstoffes und der Fette.

1 Im Ochsenblute entdeckte Sanson einen eigenthümlichen blauen Farbestoff. Er fällte geschlagenes Blut, mit sechs Theilen Wasser verdünnt, durch Bleiessig. Der Niederschlag wurde mit Alkohol ausgekocht und färbte denselben blau. Zugleich nahm der Alkohol ein Fett auf, welches durch Aether ausgezogen wurde. Die blaue Substanz ist in Wasser, kaltem Alkohol und Aether unlöslich. Von Alkalien wird sie grün, durch Säuren wieder blau, von Chlor gebleicht.

2 *Essai. p. 156.*

b. Ammoniak in Verbindung mit Milchsäure.

c. Kalkerde und Talkerde mit Phosphorsäure. Sie sind durch Verbindung mit den albuminösen Bestandtheilen in Auflösung erhalten und folgen denselben bei der Gerinnung.

Die Menge der Salze berechnet H. Nasse[1], nach den Analysen von Denis, zu 11,98 im Mittel in 1000 Theilen Blut. Im Serum beträgt die normale Menge derselben nach Berzelius 10,1, nach Le Canu 8,6, nach Nasse 10,5. Bei einer an Peritonitis leidenden, säugenden Frau fand er nur 5,3, bei Schwangeren im Mittel aus vier Fällen 6,0[2].

Unter den wesentlichen Bestandtheilen haben wir einige angeführt, welche im normalen Blute nur schwer nachgewiesen werden können, wahrscheinlich deshalb, weil sie zu sehr vertheilt sind und fast eben so rasch wieder aus dem Blute entfernt werden, als sie in dasselbe gelangen, oder in demselben sich bilden. Ich meine den Farbestoff der Galle und den Harnstoff. Ihre Menge wird bedeutender, sobald das Organ, welches zur Abscheidung bestimmt ist, entfernt oder unthätig wird. Deshalb findet man reichlichen Harnstoff im Blute nach Exstirpation der Nieren, nach Zerstörung ihrer Nerven, während der Bright'schen Krankheit und anderer Krankheiten der Niere; vom Pigmente der Galle färbt sich das Plasma des Blutes in Krankheiten der Leber, bei gehinderter Secretion der Galle. Mit Ausnahme des Bilins und der leimgebenden Substanzen kommen demnach alle näheren Bestandtheile des Körpers im Blute vor[3] und, wie ich im allgemeinen Theile wahrscheinlich zu machen suchte, so präexistiren sie im Blute, d. h. sie gehen aus den Nahrungsmitteln in das Blut über, oder werden aus denselben im Blute gebildet und fertig von den festen Theilen aus dem Blute angezogen.

Außer den genannten Materien enthält das Blut veränderliche, zufällig beigemischte Stoffe aus den Nahrungsmitteln und Medicamenten, welche ihren Weg durch das Blut nehmen müssen, um in die Excrete zu gelangen. Zufällige Beimischungen nenne ich auch die normalen Excretionsstoffe, wenn sie nach der Absonderung, bei

1 Blut S. 111.

2 Ebendas. S. 118.

3 Milchzucker scheint wenigstens zur Zeit der Lactation im Blute vorhanden zu seyn. S. den betreffenden Abschn. im chemischen Theil.

verhinderter Ausleerung durch Resorption ins Blut wieder aufgenommen werden.

Neben den festen Bestandtheilen sind im Blute Gasarten aufgelöst, Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff. Die Mittel, sie auszuscheiden, hat G. Magnus angegeben[1]. Durchschnittlich betrug das Volumen der ausgetriebenen Luft $^1/_{10}$, bisweilen $^1/_8$ des Volumens des Blutes, doch ist dies nur ein kleiner Theil der im Blute enthaltenen Menge. Die durch Wasserstoff ausgetriebene Kohlensäure war gleich $^1/_5$ des Volumens des Blutes. Von den relativen Mengen dieser Gasarten wird sogleich die Rede seyn.

Ich stelle nochmals nach Denis das aus 83 Analysen gewonnene mittlere Verhältniß der einzelnen Theile des Blutes zusammen:

	Männer.	Weiber.
Blutkörperchen	14,9	12,77
Fibrin	0,27	0,26
Albumin	5,7	5,90
Wasser	76,7	78,70

Unter den quantitativen Analysen des Blutserum sind am detaillirtesten die von Denis und Le Canu.

Nach Denis enthalten 1000 Theile Serum:

Wasser	900,000
Eiweiß	80,000
Natron	0,500
Kalk . . . . } Magnesia, spurweise }	0,200
schwefelsaures Kali	0,800
schwefelsaures Natron . . .	0,800
phosphorsaures Natron . . .	0,400
Chlornatrium	4,000
Oelsaures und margarins. Natron } Flüchtige Fettsäure (Buttersäure?) } an Natron gebunden . . . }	3,000
Phosphorsauren Kalk . . .	0,300
Gelbes Gallenpigment . } Blaue Substanz, spurw. } . .	3,000

[1] Poggend. Annalen. XL, 583.

Serolin	1,167
Cerebrin . } Cholestearin }	5,833

Le Canu's Analysen gaben:

Wasser	90,600	90,100
Eiweiß	7,800	8,120
Extractartige Substanzen . .	0,379	0,460
Chlornatrium und Chlorkalium	0,600	0,552
Kohlensaures Natron mit phosphorsaurem und schwefelsaurem Natron	0,210	0,200
Kohlensaure Kalkerde u. Talkerde } Phosphorsaure Kalkerde u. Talkerde . . . . }	0,071	0,087
Fett	0,220	0,340
	99,900	99,859

Mit Rücksicht auf die Bestandtheile der Placenta berechnet endlich Le Canu die Zusammensetzung des ganzen Blutes folgendermaßen:

Wasser	78,015	78,559
Faserstoff	0,210	0,356
Eiweißstoff	6,509	6,942
Blutkörperchen . . .	13,300	11,963
Krystallinisches Fett . .	0,243	0,430
Flüssiges Fett	0,131	0,227
Alkoholextract	0,179	0,192
Wasserextract	0,126	0,201
Salze mit alkal. Basis	0,837	0,730
Erdsalze und Eisenoxyd .	0,210	0,141
Verlust	0,240	0,259
	100,000	100,000

Das arterielle Blut und das venöse unterscheiden sich hauptsächlich durch den Antheil an Gasen, welchen beide aufgelöst enthalten. Die Versuche von Magnus beweisen, daß im arteriellen Blute mehr Sauerstoff im Verhältniß zur Kohlensäure sich befindet,

als im venösen, da der Sauerstoff in der von venösem Blute erhaltenen Luft höchstens ¼, oft nur ⅕ der gefundenen Kohlensäure beträgt, während er im arteriellen Blute wenigstens ⅓ und zuweilen fast die Hälfte ausmacht. Das Arterienblut ist reicher an Wasser[1]; die Untersuchungen hinsichtlich des Faserstoffgehaltes gaben widersprechende Resultate[2]. Nach Prévost und Dumas[3] enthält das arterielle Blut, nach einer Mittelzahl, fast ein Procent seines Gewichtes mehr an Blutkörperchen, als das venöse, die einzelnen Analysen fielen indeß sehr verschieden aus und der aus sämmtlichen Beobachtungen gezogene Schluß kann unmöglich richtig seyn: denn es müßte, wie Berzelius einwendet, wenn das Blut bei jedem Umlaufe ein Procent Blutkörperchen verlöre, nach 13 Umläufen der ganze Gehalt an Blutkörperchen abgegangen und neu gebildet seyn, während doch der Cruor zu den Stoffen gehört, die am langsamsten regenerirt werden. Mayer[4], Hering[5] und H. Nasse[6] sprechen die entgegengesetzte Ansicht aus, daß nämlich venöses Blut reicher an Blutkörperchen sey, und dies ist auch wahrscheinlicher: der Unterschied beruht aber vermuthlich nicht auf Vermehrung der Blutkörperchen, sondern auf Vergrößerung, Aufquellen derselben.

Krimer[7] und Kaltenbrunner[8] finden die Körperchen des arteriellen Blutes kleiner und schärfer von Contouren als die des Venenblutes, was mit den Resultaten übereinstimmt, die Schultz durch Behandlung des Blutes mit Kohlensäure und Sauerstoff erhielt. Nach Schultz[9] sind im Venenblute die meisten Körperchen dunkler und schwerer und es soll sich deshalb, auch ohne Zutritt der Luft, das Blut, wenn es ruhig steht, in einen oberen arteriellen und einen unteren venösen Theil scheiden. Es ist aber aus begreiflichen Gründen sehr schwer, über diesen Punkt zu einem sicheren

1 H. Nasse, Blut. S. 341.
2 Ebendas. S. 333. Vgl. J. Müller, Physiol. I, 119.
3 *Bibl. univ. de Genève. XVII, 212.*
4 Meckel's Arch. 1817. S. 537.
5 Physiol. für Thierärzte. S. 132.
6 Blut S. 343.
7 Physiol. Untersf. S. 228.
8 Experimenta circa statum sanguinis. p. 71.
9 Hufeland's Journ. 1838. Apr. S. 8.

Urtheil zu gelangen. R. Wagner[1] findet in den Körperchen des venösen Blutes nur auffallendere Größenvarietäten, als in denen des arteriellen, und J. Müller leugnet jeden Unterschied. Der Unterschied der Farbe, den man an dem Blute in Masse wahrnimmt, würde nach unserer oben aufgestellten Ansicht an einzelnen Blutkörperchen nicht sichtbar seyn. Uebrigens muß es noch verborgene Differenzen, vielleicht chemischer Natur, zwischen arteriellem und venösem Blute geben. Bischoff machte die Erfahrung, daß Vögel an Infusion von venösem Blute von Säugethieren sogleich sterben, während sie die Infusion von arteriellem Blute ganz wohl vertragen[2].

Das Blut, welches unmittelbar aus den Gefäßen der Haut durch Blutegel oder Schröpfköpfe erhalten wird, soll nach einem Versuche von Pallas[3] mehr coagulable Bestandtheile enthalten, als das Venenblut. Denis erklärt sich dagegen[4], er beobachtete, wie sich erwarten ließ, daß das Blut aus kleinen Gefäßen bald mehr dem arteriellen, bald mehr dem venösen gleiche.

Das Pfortaderblut findet Schultz[5] dunkler als anderes Venenblut. Es soll weder durch Sauerstoffgas, noch durch Salze geröthet werden, nicht gerinnen oder nur ein zertheiltes Coagulum geben. Es sey reicher an Wasser, Cruor und Fett, und ärmer an Eiweiß, als gewöhnliches Venenblut. Nach Hewson soll auch das Venenblut der Milz nicht gerinnen[6]. Es wird ziemlich allgemein behauptet, daß das Menstrualblut nicht gerinnbar sey. Diese Angabe ist unrichtig. Sie scheint von den Fällen hergenommen, wo das Menstrualblut wegen Verschließung der Scheide sich flüssig im Uterus angesammelt fand; aber auch anderes Blut, wenn es in größeren Quantitäten in Höhlen des Körpers eingeschlossen ist, bleibt oft flüssig. In dem auf normalem Wege ausgesonderten Menstrualblute habe ich öfters ansehnliche Coagula gesehen. In Fällen, wo demselben viele Schleimkörperchen und Epitheliumzellen aus der Scheide beigemischt sind, mag die Gerinnung nur unvollkommen

1 Beitr. II, 18.

2 Müll. Arch. 1838. S. 351.

3 *Journ. de chim. méd. 1828. Oct.*

4 *Recherch. p. 72.*

5 Circulation. S. 139 ff.

6 *Exp. inq. III, 124.*

stattfinden. Im Uebrigen besitzt Menstrualblut chemisch keine besonderen Charaktere[1].

Die erste Bildung des Blutes erfolgt zugleich mit der Bildung der Blutgefäße in einer sehr frühen Zeit. Nach den weiter unten anzuführenden Erfahrungen scheint es, als ob die Blutkörperchen innerhalb einer Art sternförmiger Zellen entständen, welche durch Verästelung und Verschmelzung der Aeste das Capillargefäßsystem darstellen: die Blutkörperchen wären demnach endogene Bildungen der Capillargefäßzellen. Schwann[2] erkannte schon an den ursprünglichen Capillargefäßzellen die gelbröthliche Farbe. In diesen Zellen, welche man in durchsichtigen Häuten, z. B. in der Pupillarhaut in den Maschenräumen bereits gebildeter Capillarnetze frei liegen oder als blinde Auswüchse an einem der zum Netz verbundenen Capillargefäße sieht, erscheinen zuerst feine Körner und neben ihnen mehrere, bis vier größere Kugeln. Andere haben an einer Stelle eine Art Kern, der mehrere Kugeln enthält. Valentin, dem wir diese Beobachtung verdanken[3], ist ungewiß, ob diese Kerne oder die in ihnen enthaltenen Kugeln zu Blutkörperchen werden, doch ist ihm das Erste wahrscheinlicher, weil die Blutkörperchen der benachbarten, bereits fertig gebildeten Capillarnetze oft 1—3 ähnliche Körperchen excentrisch einschließen. In der Area vasculosa des Hühnereies hat Reichert[4] die Entstehung junger Zellen, die er für Blutkörperchen nimmt, im Innern großer, feinkörniger Zellen verfolgt. Es zeigte sich zuerst ein feinkörniger Niederschlag, der vom Zellenkern der Mutterzelle auszugehen schien; in der feinkörnigen Substanz sah man alsdann einzelne dunklere Flecke, bedingt durch im Innern befindliche junge Zellen. Durch Zerquetschen der Mutterzelle wurden die letzteren frei, sie waren minder durchsichtig als die Blutkörperchen des erwachsenen Thieres, mit einem Kern versehen.

Beim Hühnchen sind die Blutkörperchen in den Gefäßen anfangs farblos und von sehr verschiedener Größe, dann bilden sie sich aus zu Kugeln von 0,0072‴ und röthen sich[5], die Abplattung

1 Heilbut, De atresia vaginae. p. 18.

2 Mikroskop. Untersf. S. 187.

3 Müll. Arch. 1840. S. 218.

4 Entwickelungsleben. S. 243. Fig. 12.

5 Valentin, Entwickelungsgesch. S. 289.

und die Entwickelung der ovalen Form erfolgt erst später. Auch werden die Blutkörperchen mit der fortschreitenden Entwickelung absolut kleiner (Hewson, Prévost und Dumas). R. Wagner[1] beobachtete bei Embryonen von Vespertilio murinus von 8‴ Länge die Blutkörperchen in Form kugelförmiger Blasen von 0,0033 — 0,0066‴, meist 0,005‴ Durchm., während sie beim erwachsenen Thiere 0,0020—0,0025‴ messen. Nach Behandlung mit Wasser wurden an jenen Kerne sichtbar von 0,0016 — 0,002‴. Bei Schafembryonen von 2½″ Länge konnte Wagner keinen merklichen Unterschied der Größe mehr sehen. E. H. Weber[2] fand Blutkörperchen eines 6″ langen Rindsembryo noch um mehr als ⅓ größer, als die des ausgewachsenen Ochsen. Bei einem Hasenembryo von 4¾″ waren die meisten Blutkörperchen nur wenig größer, als die mütterlichen, jene hatten im Mittel 0,00243, diese 0,00208‴. Die Blutkörperchen eines Schweinsembryo von 8½″ Länge (vom Scheitel bis zur Spitze des Steißbeines) glichen an Größe den Blutkörperchen des erwachsenen Schweines. Die Blutkörperchen eines 12 Wochen alten, menschlichen Fötus maßen nach E. H. Weber meist 0,0042‴; ihr Durchmesser verhielt sich also zum Durchmesser der Blutkörperchen des erwachsenen Menschen wie 3:2, einige waren noch größer, andere etwas kleiner, übrigens hatten sie schon eine platte Gestalt. Die sphärischen Blutkörperchen des Embryo scheinen weicher zu seyn, als die platten des Erwachsenen. Valentin fand sie sogleich, nachdem er sie aus den Gefäßen entfernt, warzig, ungleich, größtentheils geradlinig begrenzt, tetraedrisch, polyedrisch. In Essigsäure sollen sich die Blutkörperchen des Embryo nicht lösen[3].

Am ausführlichsten wurde die Entwickelung der Blutkörperchen des Frosches und mit etwas abweichenden Resultaten von Baumgärtner[4] und Schultz[5] beschrieben. Beide fanden die Blutkügelchen anfangs kugelrund (0,02 — 0,03‴ Durchm. Schultz), aus dichtgedrängten, fast würfelförmigen und scharf begrenzten kleinen Körperchen zusammengesetzt, die den Elementarkörnchen des

1 Beitr. II, 36. Icon. phys. Taf. XIII. fig 3. 11. 12.

2 Theile, De viribus daphnes mezerei. Diss. inaug. Lips. 1838.

3 Valentin in R. Wagner's Physiol. S. 134.

4 Nerven u. Blut. S. 45. 64.

5 Circulation. S. 29.

Dotters glichen und sowohl von Baumgärtner als von Schultz geradezu als Dotterkörnchen bezeichnet wurden. Diesen Irrthum hat bereits Valentin berichtigt[1]; sowohl die Dotterkugeln als die ersten Blutkörperchen seyen rund und zerfallen in Elementarkörnchen, allein die Dotterkugeln und die Körperchen, aus welchen sie bestehen, seyen kleiner als die Blutkugeln und die Körperchen derselben. Auch ist ein directer Uebergang nicht bestimmt nachgewiesen und selbst, wenn nach Reichert's eben mitgetheilter Beobachtung die Dotterzellen der Area vasculosa zu Mutterzellen von Blutkörperchen werden, so sind die in ihnen befindlichen Körnchen neue Bildungen und nicht identisch mit den Elementarkörnchen, aus denen die Dotterzellen entstanden sind. Diese sind dann bereits wieder verschwunden.

Die genannten undurchsichtigen, aus Körnchen zusammengesetzten Blutkörperchen metamorphosiren sich weiterhin auf folgende Weise: nach Baumgärtner giebt es allmählig lichtere Punkte, wie wenn ein oder mehrere Dotterkügelchen verschwunden wären oder sich in eine durchsichtige Substanz verwandelt hätten; die Veränderung schritt immer mehr fort, bis am sechsten Tage nach der zum ersten Mal sichtbaren Blutbewegung der größte Theil der Kugel hell war und nur noch wenige kleine Körner auf ihrer Oberfläche zeigte. „Ich glaubte einige Zeit", sagt Baumgärtner, „die Dotterkügelchen seyen durch eine zarte Haut in ein Bläschen eingeschlossen, es wurde mir aber wahrscheinlicher, daß sie selbst die Grenze der Kugel bilden und sich allmählig in die oberflächliche, wie es scheint festere und mehr hautartige Schicht verwandeln." Am letztgenannten Tage erschienen die Kugeln, in Masse mit bloßem Auge betrachtet, etwas röthlich, nachdem sie zuerst grau und dann gelblich ausgesehen hatten. Nach jener Zeit verschwanden die Körner vollends, dagegen erschien allmählig ein Ring im Umfange des Kügelchens, der sehr durchsichtig war, der Anfang der Schale. Die Kügelchen rollten nun nicht mehr und wurden allmählig platt und elliptisch. Nach dieser Beschreibung entsteht zuerst der Kern aus Elementarkörnchen und dann um ihn die Zelle; so sah es Baumgärtner auch bei den Eidechsen, doch zeigte hier die Schale ebenfalls im Anfang Abtheilungen in Körner, die früher verschwanden, als die Körner des Kerns.

[1] Entwickelungsgesch. S. 297.

Den an einzelnen Stellen erscheinenden hellen Fleck beobachtete auch Schultz, er nennt ihn eine Luftblase und glaubt an den hellen Stellen erkannt zu haben, daß eine eigene Haut die ganze Körnermasse umschließe. Später zeigen sich nach Schultz die Körner nur der inneren Wand der Blase dicht anliegend, und das Centrum erscheint leer. Sie sind erst gleichmäßig über die ganze innere Wand verbreitet, dann werden einzelne kleiner, es entstehen auch an der Wand größere, helle Flecke; allmählig wird eine ganze Hemisphäre frei bis auf einzelne Körperchen, welche häufig linear oder kreisförmig geordnet sind. Die Körperchen sollen sich auch zuweilen ablösen, im Innern herumrollen und an einer anderen Stelle festsetzen. Während durch das Schwinden der Körnchen die lichten Stellen der Wände zunehmen und die Masse derselben nur als feine Körnerschicht hin und wieder erscheint, zeichnen sich einzelne derselben durch ihre Größe aus. Um diese Zeit dehnen sich auch die beiden Enden der Blutbläschen aus, sie werden eiförmig, schmaler, sind aber noch nicht platt. Jetzt verschwinden die Körperchen bis auf eins oder drei, die Blutbläschen werden platt, an den Rändern schneidend, an den Polen spitz, gleich den Blutkörperchen der Erwachsenen; zuletzt erst wird der mehrfache Kern einfach, indem die kleineren Körperchen zu einem größeren verschmelzen oder verschwinden, sodaß nur eins übrig bleibt. Auch dies, anfangs höckerig, wird später platt und elliptisch. So lange noch die kleinen Körnchen auf der inneren Wand der Bläschen zerstreut liegen, sind sie graulich weiß. Die Färbung entsteht erst zugleich mit der Bildung des einfachen Kerns, wie es scheint, in stern- oder strahlenförmigen Streifen, von der Peripherie gegen den Kern hin oder in umgekehrter Richtung fortschreitend. Die Bildung der Blutbläschen ist mit dem Verschwinden der Kiemen beendet.

Außer den eigentlichen Blutkörperchen unterschied Valentin[1] kleine, rundliche Kügelchen mit Molecularbewegung, welche er mit Unrecht für identisch mit den farblosen Blut- oder den sogenannten Lymphkörperchen im Blute der Erwachsenen hält, und in seltenen Fällen Dotterkugeln, von denen er vermuthet, daß sie durch einen pathologischen Proceß in die Höhle des Gefäßsystems gerathen seyen.

Es ist wahrscheinlich, daß im Erwachsenen, bei normaler und accidenteller Neubildung und Regeneration gefäßreicher Gewebe

1 Entwickelungsgesch. S. 287.

Blutkörperchen und Blutgefäße auf dieselbe Weise entstehen, wie beim Embryo, doch fehlt es darüber noch an Beobachtungen. In den Granulationen sah ich ovale, nach beiden Seiten in spitze Fortsätze ausgezogene Zellen, größer als die übrigen Zellen der Substanz, bis zu 0,011‴ Durchm., welche einen körnigen Inhalt hatten, und sich in Essigsäure lösten, worauf die enthaltenen Körperchen nebst einem Zellenkern zurückblieben[1]. Vielleicht waren dies Anfänge von Capillargefäßen und Blutkörperchen.

Aber nicht nur innerhalb neuer Gefäße, sondern auch unabhängig von denselben scheinen im Erwachsenen die Blutkörperchen mit dem Blutplasma beständig regenerirt zu werden. Wir haben die Entwickelung derselben durch das Plasma des Chylus und der Lymphe bis zur Ausbildung des einfachen Kernes früher verfolgt und dürfen annehmen, daß die ausgebildetsten, bereits farbigen Körperchen der Lymphe mit den farbigen, kernhaltigen Blutkörperchen identisch sind. Zwar sind jene immer etwas größer, allein auch die Blutkörperchen quellen auf und werden größer unter Umständen, welche in der Lymphe beständig gegeben sind, nämlich bei Verminderung der aufgelösten, festen Bestandtheile des Plasma. Daß die Blutkörperchen platt und die der Lymphe rund sind, ist eben so wenig entscheidend gegen die Identität beider, denn auch die Blutkörperchen werden durch Verdünnung des Plasma und unter manchen anderen Einflüssen rund, und nach allen den Beweisen, die wir für eine selbstständige Umwandlung der Zellen in Schüppchen, Fasern, Cylinder u. s. f. angeführt haben, würde die Annahme, daß runde Formen in platte und elliptische übergehen, nicht zu gewagt erscheinen. Für die höheren Wirbelthiere und den Menschen bleibt noch nachzutragen, daß, wenn der Farbestoff in den Blutkörperchen sich sammelt und die Schale sich abplattet, zugleich die Kerne aufgelöst oder resorbirt werden und daß also die vollendete Blutzelle ein einfaches, flüssigkeithaltendes Bläschen ist. Wahrscheinlich machen auch die Blutkörperchen niederer Thiere diese Metamorphose durch, aber die Zahl ausgebildeter Körperchen in ihrem Blute ist verhältnißmäßig sehr gering. Das Plasma der Lymphe und des Chylus und zuletzt noch das Plasma des Blutes sind die Bildungsstätte, gewissermaßen das Cytoblastem der Blutkörperchen. In der Regel enthält das Blut nur wenig unreife Zellen, zuweilen, na-

1 Schleim und Eiter. S. 58.

mentlich nach der Verdauung, sind deren mehr vorhanden[1]; unter Umständen können selbst die Elementarkörnchen des Chylus noch unverändert in die Blutgefäße übergehen. Zugleich mit den Körperchen wird das Plasma des Chylus selbst verändert; es wird reicher an Faserstoff, überhaupt an festen Theilen.

Nach mäßigem Blutverluste ist die Neubildung der Blutkörperchen und in gleichem Maaße des Plasma vermehrt, wie einerseits durch die vermehrte Resorption und das gesteigerte Nahrungsbedürfniß, andrerseits dadurch bewiesen wird, daß die Zusammensetzung des Blutes sich nicht wesentlich ändert. Gehen größere Quantitäten Blut verloren, so erzeugen sich die Bestandtheile des Plasma rascher wieder als die Körperchen, und von den Bestandtheilen des Plasma am schnellsten das Wasser, dann der Faserstoff. Wenn die Blutmenge bedeutend vermindert ist, so nehmen die absorbirenden Gefäße nicht mehr allein Blutwasser, sondern auch andere Stoffe, namentlich Fett, aus dem Parenchym auf; auf dem aus der Ader gelassenen Blute erscheint ein Häutchen von Fett[2] und der Körper magert ab.

Da durch die Chylus- und Lymphgefäße dem Blute immer neue Zellen zugeführt werden, so müßte nach und nach die Menge der Körperchen sich ins Unendliche vermehren, wenn nicht auf irgend eine Weise auch die bereits gebildeten aus dem Kreislaufe wieder entfernt würden. Daß dies geschehen müsse, läßt sich wohl mit Bestimmtheit behaupten, wie es aber geschehe, ist nicht bekannt. Man glaubte eine Zeit lang, daß die Körperchen der ernährende Bestandtheil des Blutes seyen, sich an die Wände anlegten und im Parenchym verschwänden; es sollte dies ein Resultat mikroskopischer Beobachtung seyn; alle neueren Beobachter haben es einstimmig zurückgewiesen. Schultz[3] nimmt an, daß die Leber die überflüssigen und unthätigen Blutkörperchen absondere und daß sie zur Gallenbereitung verwandt würden. Aber eine Drüse kann nur flüssige Bestandtheile aus dem Blute entfernen. Mir ist es am wahrscheinlichsten, daß die Blutkörperchen vergehen, wie sie gekom-

1 Sehr zahlreich sah Schultz die unreifen Formen (Lymphkörperchen) im Blute eines Elephanten. Müll. Arch. 1839. S. 252.

2 Marshall Hall Ueber Blutentziehung. Deutsch bearb. von Breßler. Berl. 1837. S. 66.

3 Circulation. S. 72. Hufeland's Journ. 1838. Apr. S. 3.

men sind: in ihrem Cytoblastem bilden sich einzelne beständig neu und so lösen sie sich vielleicht, wenn sie eine gewisse Metamorphose durchgemacht und ein gewisses Alter erreicht haben, im Plasma wieder auf, gerade so wie andere Zellen, z. B. die Drüsenzellen, auf einer gewissen Entwickelungsstufe von selber sich auflösen oder platzen und ihren Inhalt ergießen. Dafür spricht auch die Beobachtung, daß bei Behandlung mit Wasser oder Essigsäure die Empfindlichkeit der Körperchen so sehr verschieden ist, einige verändern sich sogleich, andere, dicht daneben, erst nach langer Zeit. Schon Hewson war dies aufgefallen [1] und auch Schultz und Nasse haben es bemerkt.

Der Inhalt der Blutkörperchen würde auf diese Art ins Blut zurückgelangen und man könnte sie, bis man mehr von ihnen weiß, als schwimmende Drüsenkörner ansehen, die aus dem Plasma einen Stoff anziehen, vielleicht umwandeln und ihn, vollendet, durch ihre Auflösung an das Plasma zurückgeben. Man könnte daraus erklären, warum sie, obgleich nicht der direct ernährende, doch der belebende Bestandtheil des Blutes sind, so daß, wie Prévost und Dumas [2], Dieffenbach [3] und Bischoff [4] angeben, bei Verblutungen nicht durch Serum und nicht durch fein zertheilten Faserstoff, wohl aber durch geschlagenes Blut das Leben wieder hergestellt werden kann.

In den vier Wirbelthierclassen sind die Blutkörperchen der färbende Bestandtheil des Blutes und roth, das Plasma ist farblos Was die Form betrifft, so sind die Körperchen überall platt, bei den Säugethieren rund, wie beim Menschen, bei den Vögeln, Reptilien und Fischen elliptisch. Eine Ausnahme machen unter den Säugethieren das Kameel und Paka, welche zwar ebenfalls kleine, aber elliptische Blutkörperchen haben (Mandl) unter den Fischen die Cyklostomen mit runden Blutkörperchen (R. Wagner). In der Größe stimmen die Blutkörperchen der Affen mit den menschlichen überein, die der übrigen Säugethiere sind kleiner und wieder die der Nager und

1 *Exp. inq. III, 89.*

2 Meck. Arch. VIII, 308.

3 Die Transfusion des Blutes. Berl. 1838.

4 Müll. Arch. 1835, S. 347.

Wiederkäuer kleiner als die der Carnivoren, nach Wagner im Verhältniß von 20 (Mensch): 15 (Fleischfresser): 12 (Wiederkäuer). Die Blutkörperchen der übrigen Wirbelthierclassen sind alle größer, als die menschlichen. Prévost und Dumas, R. Wagner, Mandl, H. Nasse und Harting haben eine große Zahl von Messungen gemacht. Ich füge ein paar eigene Beobachtungen bei: Die Blutkörperchen des Sperlings fand ich im Mittel 0,0041‴ lang auf 0,0025‴ Breite, Rana temporaria 0,012 auf 0,007‴, Leuciscus dobula 0,004-0,006‴ auf 0,002—0,004‴. Unter allen bekannten Thieren hat Proteus anguineus die größten Blutkörperchen, 0,025‴ lang, 0,012—0,016‴. breit (R. Wagner). Die farblosen Blutkörperchen (Lymphkörperchen) der Frösche haben wir schon oben beschrieben. Sie scheinen nach R. Wagner bei den Thieren im geraden Verhältniß zur Größe der Blutkörperchen zu stehen, sind jedoch von weniger constanter Größe. Sie sind im Allgemeinen rund, kugelig oder etwas platt gedrückt, von nicht ganz regelmäßiger Form.

Das Blut der wirbellosen Thiere enthält ebenfalls mikroskopische Körperchen, die aber meist farblos, kugelrund, von unbeständiger Größe und wenig zahlreich sind. Am zahlreichsten sind sie bei den Cephalopoden (R. Wagner). Nach Beobachtungen, die ich vor mehreren Jahren gemacht und jetzt nicht wiederholt habe, haben sie bei Helix pomatia einen Durchmesser von 0,0033—0,0040‴, scheinen aus einzelnen Körnchen zu bestehen, trennen sich aber, auch bei heftigem Drucke, nicht in Körnchen. Ich fand keinen Kern, Milne Edwards schreibt ihnen einen centralen Kern zu. Ehrenberg behauptet, bei Limax und Helix Blutkörperchen mit durchsichtiger Schale und granulirtem Kerne gesehen zu haben. In Wasser quellen sie auf, werden eckig, unförmlich, lösen sich aber nicht; in Essigsäure erhalten sie sich unverändert. Durch Verdunsten der Flüssigkeit werden sie zackig. Im Blute einer Raupe von Sphinx ligustri waren die Körperchen 0,002—0,006‴ im Durchm., sparsamer als bei Helix, übrigens denselben gleich in der Form und dem Verhalten gegen Reagentien. Die Blutkörperchen des Flußkrebses messen 0,005—0,007‴, sie sind rund, nach Hewson flach, mit centralem Kern, werden aber nach dem Tode sogleich zu rundlichen, unregelmäßigen F[illegible]

nach R. Wagner sind die Körnchen zusammengehalten von einer durchsichtigen Substanz und schließen eine helle, ringförmige Stelle ein, gleich dem Keimbläschen im Dotter. Die Blutkörperchen einer kleinen Leptomera fand Wiegmann länglich, an beiden Enden zugespitzt, wie naviculae. Die Blutkörperchen des Blutegels schienen mir glatt, anfangs rund, nach längerem Stehen etwas eckig, ohne Kern, nicht mehr als 0,0001‴ im Durchm. R. Wagner giebt den Durchmesser derselben auf 0,0020—0,0025‴ an und nennt sie granulirt.

Bei wirbellosen Thieren kommt gefärbtes Plasma vor. Es ist bläulich bei Helix und Astacus, grünlich bei den meisten Insecten (Hewson nennt auch die Blutkörperchen der Insecten grün), roth bei den Anneliden, gelblich bei Echinodermen (Tiedemann). Das Blut trennt sich meistens in Cruor und Serum, aber langsam, bei Hirudo bilden sich nur einzelne Faserstoffflocken.

Hewson, Exp. inq. III, 11 sq. Prévost et Dumas, Bibl. univ. de Genève. XVII, 215. 294. übers. in Meck. Arch. VIII, 301. Burdach, Physiol. IV, 17. R. Wagner, Beitr. I, 3. II, 7. 39. Ders. Mension. micrometr. p. 5. und Icon. physiol. Tab. XIII. Ehrenberg, Structur des Seelenorganes. Schultz, Circulation. S. 35. *Mandl, Anat. microsc. Liv. 1. Milne Edwards, Ann. d. sc. nat. 2e sér. XI, 49.* H. Nasse in F. und H. Nasse, Untersf. II, 52. *Harting, in v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 177.*

Poli, Testacea I, 45. Tab. II. fig. 1 — 5 (Mollusken). *Milne Edwards* in *Breschet Répert. III. P. 1. p. 29. Tab. I. fig. 9* (Mollusken). v. Nordmann, Mikrograph. Beitr. II, 73 (Lernäen). Wiegmann in dessen Archiv. 1839. I, 111 (Lämopoden).

Ob Malpighi (Epist. anat. de omento etc. 1686. p. 42) unter den Oeltröpfchen, welche zugleich mit dem Blute in die Leber einströmen, Blutkörperchen verstanden habe, läßt sich nicht bestimmt erweisen, daß er aber die Blutkörnchen gekannt habe, geht aus einer Stelle der Opera posthuma hervor (p. 92): „Sanguis in arteriis minimis parum rubescit et mixtos habet globulos quasi subluteos, in quibus non vidi motum rotationis.“ Leeuwenhoek's Beschreibung der menschlichen Blutkörperchen (Opp. II. 421) erschien

zuerst in den *Philos. Transact. 1674:* „Istud vero memorabile mihi videbatur, quod plerique globuli curvamen quoddam sive sinum intus recedentem haberent, veluti si vesiculam aqua plenam habeamus et medium vesiculae, per impressionem digiti, quasi fovea vel scrobiculo quodam excavemus. Et cum isti globuli, figura plana digesti (dum enim rariore ordine dispersi jacent, prae summa mollitudine figuram induunt planam), confertius sibi adjacent, quandoque figuram induunt ovatam; quando curvamina illa, de quibus mox egi, sive sinus etiam sunt longiusculi." Das Blut von Salmen fing Leeuwenhoek in Glasröhrchen auf und untersuchte es darin fließend (IV, 217); alle Körperchen waren oval und flach und hatten, wenn sie den Rand nach oben kehrten, eine kaum merkliche Dicke. Auf einem Glase ausgebreitet erschienen sie nach Verdunstung des Liquor sanguinis aus Kügelchen zusammengesetzt, meist 6 an der Zahl, und jedes der sechs Kügelchen bestand wieder aus sechs. Die meisten waren in der Mitte heller, einige mehr als andere. In den Abbildungen sind die Kerne deutlich angegeben. Einzelne Angaben, namentlich Messungen finden sich bei Jurin *(Phil. trans. XXIX. 1714. p. 762)*, Miles (ebend. *1740—41. p. 460)*, Senac *(Traité du coeur. 1749. II, 656)*, Muys (Musc. fabr. 1751. p. 300), Swammerdam (Bibel d. Natur 1752. S. 329), Eller *(Acad. de Berlin. 1758. VII, 1)*, Butt (De spontanea sanguinis separatione. Edinb. 1760. in Sandifort Thes. II, 401) und Weiß (Acta helvet. IV, 340. V, 351. 1760). Senac überzeugte sich, indem er die menschlichen Blutkörperchen rollen ließ, daß sie linsenförmig seyen; in der Mitte sah er einen Fleck, der bald hell, bald dunkel erschien. Auch die Körperchen des Froschblutes fand er so platt, wie Linsen. Swammerdam verglich die letzteren, wenn sie auf dem Rande ständen, krystallenen Stäbchen. Muys sagt, bei Menschen und Säugethieren seyen die Körperchen rund, bei Vögeln, Reptilien und Fischen elliptisch, doch kämen auch hier kleinere, runde Körperchen vor. In der Mitte befinde sich ein Fleck, der bald wie eine Erhabenheit, bald wie eine Aushöhlung aussehe, meistens gleichförmig dunkel. p. 100 heißt es: Wie sich ein Stück Gummi langsamer in Gummischleim, als in reinem Wasser löst, so auch halten sich die Blutkörperchen in ihrem Serum mehrere Tage; in Wasser aber schmelzen sie (liquescunt), röthen das Wasser und sind bald in viele kleinere Kügelchen zerfallen. Butt sprach es entschieden aus, daß die Körperchen, so gering auch ihre Menge, doch der einzig färbende Bestandtheil des Blutes seyen.

Im Jahre 1760 erschienen zuerst Della Torre's Beobachtungen, später ausführlich mitgetheilt und erweitert in dessen *Nuove osserv. 1776. p. 89. Tav. XIV.* Bei schwacher Vergrößerung sah er die Kügelchen mit einem mittleren schwarzen Punkt; stärker vergrößert wird der Punkt zu einem runden, begrenzten Fleck, welchen Della Torre für ein Loch hält; bei noch stärkerer Vergrößerung nehmen sich die Körperchen wie Ringe aus, im Umfange hell und in der Mitte dunkel. Die stärksten Vergrößerungen zeigen den Ring aus mehreren Stücken zusammengesetzt, unregelmäßig (offenbar die körnige Form von beginnender Verdunstung). Della Torre bemerkte schon, daß die Blutkörperchen sich gern zu Säulen aneinander legen, und giebt eine gute Abbildung

solcher Säulen (Fig. 4), er bemerkte die Elasticität der Blutkörperchen, wenn einzelne durch eine enge Gasse zwischen zwei Haufen strömten. Poli (Testacea. I, 47. 1791) schließt sich in Beschreibung der menschlichen Blutkörperchen an Della Torre an, bemerkt jedoch, daß die Lücke in der Mitte bei gewisser Beleuchtung wie ein Umbo erscheine, Fontana (Viperngift. 1787. S. 43) erklärt sich dagegen, weil unter dem Mikroskop alle Kügelchen wie Ringe erscheinen, bildet aber doch die Blutkörperchen des Kaninchens mit einem centralen Fleck ab (Taf. V. Fig. 13).

Die erste, vollständige und gründliche Untersuchung des Blutes und seiner mikroskopischen Bestandtheile ist von Hewson. Schon Senac und Butt hatten nachgewiesen, daß der Blutkuchen aus coagulabler Lymphe (Faserstoff) und aus färbenden Körperchen bestehe, die mittelst Wasser weggespült werden können; Hewson zeigte, daß im speckhäutigen Blute, oder wenn durch Salze die Gerinnung aufgehalten wird, die Körperchen sich senken und die darüber stehende, farblose Flüssigkeit, abgeschöpft, durch Wasser gerinnt *(Exp. inq. I. 1771. p. 11.)*. Die Blutkörperchen betreffend, widerlegte er den von Leeuwenhoek herrührenden Irrthum, daß sie beim Menschen und den Säugethieren kugelig seyen, einen Irrthum, zu welchem dieser große Forscher durch Speculation, im Widerspruch mit seinen Beobachtungen gekommen war *(Exp. inq. III, 1777. p. 1 sq.* zuerst erschienen in den *Philos. trans. 1773)*; er lehrte das Blut mit Serum und verdünnten Lösungen verschiedener Neutralsalze verdünnen, um es diluirt zu erhalten, ohne daß die Form der Körperchen verändert würde. So erschienen sie von verschiedener Größe und Form bei verschiedenen Thieren, aber überall platt, mit einem dunkeln Fleck in der Mitte. Die menschlichen verglich er einer Guinee. Durch Wasser, welches mehr Salz enthält, als das Serum, krümmen sie sich etwas, werden platter und die Schale legt sich fest um den Kern *(p. 14. 31)*. Als solchen erkannte er nämlich den Fleck, als einen festen Theil, mitten in einem flachen Bläschen, welches übrigens hohl und leer oder mit einem feinen Fluidum gefüllt sey *(p. 16)*. Dies bewies er an Blutkörperchen von Fischen und Fröschen, durch Zugießen von Wasser, wonach die Bläschen kugelig, dünner und durchsichtig, endlich aufgelöst würden und der kugelige Kern zurückbleibe; in den kugeligen Bläschen rolle der Kern lose umher oder sitze an einem Theil fest. Von menschlichen Blutkörperchen giebt Hewson an, daß sie durch Wasser kugelig werden und daß bei gutem Lichte und starker Vergrößerung auch der im Innern rollende Kern sichtbar sey *(p. 20)*; gleich darauf fügt er ganz richtig hinzu, daß Wasser den dunkeln Fleck in menschlichen Blutkörperchen verschwinden mache; in Blutkörperchen aus der Milzvene konnte er nie einen Kern erkennen *(p. 125)*. In faulendem Blute und durch Zusatz von faulendem Serum wurden die Körperchen maulbeerförmig, einige zerfielen, in einigen erschien der Kern der Länge nach getheilt *(p. 23)*, im Aalblute spalteten sich die Bläschen und der Kern trat aus. Die Neigung der Blutkörperchen, Rollen zu bilden, ist dem trefflichen Beobachter nicht entgangen *(p. 26)*. Von *p. 32* an folgen sehr ausführliche chemische Untersuchungen der Blutkörperchen, aus welchen gefolgert wird, daß die Anwesenheit der Salze im Serum nothwendig sey, um die Form

der Blutkörperchen zu erhalten, und daß eine zu große, wie zu geringe Menge von Salzen nachtheilig wirke.

Veranlaßt durch Galbani und Spallanzani, welche Hewson's Arbeit mit wohl begreiflichem Mißtrauen aufnahmen, unternahm Magni (*Nuove osservaz. microscopiche. 1776*) eine Prüfung derselben; er fügte ihr nichts Wesentliches hinzu, verfolgte aber und bestätigte sie Schritt vor Schritt durch genaue Untersuchungen. Dasselbe geschah später unter Döllinger's Leitung in Deutschland durch J. C. Schmidt (Ueber die Blutkörner. 1822. S. 23 ff.); nur fand dieser die Vergleichung menschlicher Blutkörperchen mit Guineen etwas übertrieben; sie glichen vielmehr zusammengedrückten Kugeln mit wulstig erhabenem Rande. Schon Schmidt hält die Entziehung von Wasser für die Ursache, welche die Körperchen in saturirten Salzlösungen zusammenfallen mache (S. 30). Die Kerne vermißte er nur in der Ratter nach Behandlung mit Wasser (S. 35). In den Körperchen der Ente sah er den Kern beweglich, beim Menschen nicht (S. 33). Seine Zusammenstellung der früheren Angaben ist sehr vollständig und gründlich.

Unterdeß hatten oberflächliche und mißdeutete Untersuchungen diesen Gegenstand in eine Verwirrung gebracht, an welcher er lange zu leiden hatte. Die Arbeit von Home und Bauer (*Philos. Transact. 1818. p. 172*) bezeichnet gleichsam den Sündenfall in der Geschichte des Blutes und es war die Aufgabe der neuesten Zeit, die erste naive Anschauung wieder herzustellen, welche im Streben nach physiologischer Erkenntniß und aus physiologischen Theorien verloren gegangen war. Home und Bauer sahen bei der Gerinnung die Blutkügelchen aneinander treten und Fasern mit seitlichen Einschnitten bilden (sie waren also durch Wasser bereits aufgequollen). Die Fasern waren eben so breit, als eine Muskelfaser (Primitivbündel). Die Kügelchen waren dabei blaß geworden und hatten an Ausdehnung verloren (in der Fläche, während sie an Dicke zugenommen hatten). Diese ganz richtige Beobachtung deuten Home und Bauer so, als ob eine äußere Schicht Farbestoff sich abgelöst und die Kerne zurückgelassen habe und als ob diese und andere Fasern des lebenden Körpers aus Kernen der Blutkörperchen gebildet würden. Sie hielten sich an Hewson's Ausspruch, daß Wasser die Schale löse und den Kern ungelöst lasse, ohne zu erwägen, was schon Young und Brande erinnert hatten (*Phil. transact. 1812. p. 103*), daß mäßige Mengen Wasser die Blutkörperchen nicht angreifen, sondern nur den Farbestoff ausziehen, indeß die Kügelchen farblos suspendirt bleiben. Nach der Deutung von Home und Bauer wurde natürlich das Größenverhältniß des Kernes und der Schale ein ganz anderes, der Kern hatte einen nur um ⅕ kleineren Durchmesser, als das ganze Körperchen.

Bei Prevost und Dumas (*Bibl. univ. de Genève. T. XVII. 1821. p. 215. 294*) finden sich gute Beobachtungen über Form und Größe der Blutkörperchen verschiedener Thiere und über die Beschaffenheit des Kernes, im Einklange mit Hewson, wunderbar gemischt mit ähnlichen Irrthümern, wie die von Home und Bauer vorgetragenen. Die rothen Bläschen, die sich vom Kerne trennen, sollen eine Art Gallerte seyn, die zurückbleibenden Kerne (ebenfalls

farbestofflose Bläschen) zu Muskelfasern werden. In der Abbildung dagegen *(Tab. III. fig. 2)* ist es die mittlere Depression der menschlichen Blutkörperchen, welche hell und als ein Kern dargestellt wird, der eine Auftreibung im Centrum bewirke. Auf derselben Tafel ist ein Blutkörperchen vom Salamander mit zerrissener Schale dargestellt, durch deren Loch der opale Kern deutlicher hindurchscheint. A. Meckel (Meck. Arch. 1819. S. 189) unterschied an den menschlichen Blutkörperchen Kern und Schale, meint aber, die Schale sey nur lockerer und werde deshalb zuerst gelöst. Rudolphi (Phys. I. 1821. S. 144) theilte Einiges über die Form der Blutkörperchen mit; er sah die Hervorragung auf den planen Flächen bei Reptilien, den dunkeln centralen Fleck beim Menschen. Neunzig (De sanguine. 1823. p. 6) erklärt, gleich Fontana, den helleren oder dunkleren centralen Fleck für eine glänzende Stelle, doch bemerkt er ganz richtig (p. 9), wie die Körperchen in Wasser sich entfärben und aufquellen und wie sie bei der Gerinnung unversehrt in den Faserstoff eingeschlossen werden. Carus (Seiler Naturlehre. I. 1826. Taf. I. Fig. 1. 6) sah die Blutkörperchen (mit Wasser verändert) als kugelige Bläschen. Delle Chiaje *(Sull' epiderm. 1827. Tav. I. Fig. 1)* bildete den centralen Fleck der menschlichen Blutkörperchen ab und meinte, daß sie bei stärkerer Vergrößerung aus kleinen, kreisförmigen Kügelchen zusammengesetzt schienen. Hodgkin und Lister *(Phil. mag. 1827.* Froriep's Notizen. XVIII, 241) erkennen die Blutkörperchen des Menschen als Scheiben mit ausgehöhlten Flächen, ohne Kern, die in stagnirendem Blute warzig, in Wasser kugelig werden und sich gern mit den planen Flächen zu Rollen aneinanderfügen. Schultze (Vgld. Anat. 1828. S. 115) bemerkte an getrockneten Kügelchen von Salamandra die gefärbte Schale und den durchsichtigen oder graulichen Kern. Wedemeyer (Meck. Arch. 1828. S. 345) beschrieb an den Blutkörperchen der Eidechsen den Kern und durchsichtigen Ring; die Kerne, nicht immer in der Mitte, schienen zuweilen im Begriffe den Bläschen zu entschlüpfen. Sie blieben in Wasser unversehrt, während die Bläschen sich auflösten. Baumgärtner (Nerven und Blut. 1830. S. 46) glaubte an den Blutkörperchen der Frösche 3 Theile zu sehen, 1. einen rundlichen Kern, 2. eine dünne, hautähnliche, denselben umhüllende Schicht, 3. etwas Flüssigkeit zwischen dem Kerne und der äußeren Schicht. Nach Donné endlich *(Thèse sur les globules. 1830. p. 13)* bestehen die Blutkörperchen aus einem Gerüste von Faserstoff, in dessen Maschen Blutroth und Eiweiß enthalten sey. Dies werde von Wasser ausgezogen, die Blutkörperchen werden unsichtbar, aber nicht aufgelöst.

Durch diese allerdings einander zum Theil widersprechenden Aussagen kommt E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 1830. S. 154), indem er alle Stimmen sammelt und nur zu wenig wägt, zu dem Schlusse: Es sey durch keine hinreichende Beobachtung bewiesen, daß der auf der Mitte der platten Oberflächen der Blutkörnchen sichtbare Fleck ein in den Blutkörnchen verborgener ungefärbter Kern sey; es rühre vielmehr jener Fleck wahrscheinlich von einem Lichtglanze her. Nach diesem Abfalle machte J. Müller (Poggend. Ann. 1832. Physiol. 1, 104) wieder einen erfolgreichen Schritt zur richtigeren Er-

kenntniß zurück, durch eine Reihe von Untersuchungen, welche Hewson's Angaben bestätigten und für unsere Zeit befestigten. Außer den von Hewson angegebenen Mitteln zur Untersuchung der Körperchen empfahl er Verdünnung des Blutes mit Zuckerlösung oder geschlagenes Blut, in welchem die Körperchen unverändert bleiben; er zeigte, daß Essigsäure die Schale auflöst und den Kern unberührt läßt. Butt und Hewson hatten bewiesen, daß die Gerinnung des Blutes nicht durch Zusammentreten der Blutkörperchen bedingt sey; Müller wies nach, daß der Faserstoff überhaupt nicht in Gestalt von Körnchen vor der Coagulation im Plasma existire. R. Wagner (Beiträge. Hft. I. 1833. Hft. II. 1838. Mens. microm. 1834) erweiterte besonders den vergleichend-anatomischen Theil unseres Gegenstandes. Kern und Schale waren nunmehr wieder nachgewiesen, aber noch war die Natur beider zweifelhaft und die Benennungen waren durch Zusammenwerfen verschiedener Beobachtungen mehrdeutig geworden. Als Kern waren beschrieben 1. wirkliche Kerne; 2. die durch Wasser kugelig und scheinbar kleiner gewordenen, des Farbestoffes beraubten Blutkörperchen des Menschen ohne Kern (Home und Bauer, Prévost und Dumas, A. Meckel); 3. die durch Anschwellung in Wasser geplatzten und eingeschrumpften Schalen sammt den Kernen bei niederen Wirbelthieren. R. Wagner (Beitr. I, 10) bemerkte deshalb in den Kernen der Froschblutkörperchen, die er durch Behandlung mit Wasser dargestellt zu haben glaubte, hier und da einen inneren Kern, und Wagner so wie Müller wurden dadurch zu der Ansicht verführt, daß Wasser die Substanz der Schale nach und nach auflöse, indem sie allmählig kleiner werde und schwinde. Die eigentliche Structur der Schale, als eines flüssigkeiterfüllten Bläschens, war also noch nicht wiedererkannt, die gewöhnliche Vorstellung war, daß sie ein festes, schwammiges, mit dem Farbestoffe infiltrirtes Gewebe sey. Kam noch dazu, daß im ganz frischen Blute und in den Gefäßen der lebenden Thiere selbst die centralen Flecke so selten wahrnehmbar sind, so drängte sich die Frage auf, ob nicht die Trennung überhaupt erst Zeichen einer Zersetzung, einer Gerinnung nach dem Tode sey. Die gründlichsten Forscher, Krause (Anat. I. 1833. p. XII), Wagner (Beitr. I, 36), Valentin (Entwickelungsgesch. 1835. S. 296), sowie schon früher Wedemeyer (Meck. Arch. 1828. S. 353) und Blainville (*Cours de phys. I. 1829. p. 212*) erklärten sich für diese Meinung. Raspail (*Breschet, Repert. T. VI. 1828. 4e trim. p. 146*), welcher von den Blutkörperchen des Menschen, aber auch von denen des Frosches behauptet, daß sie einfache Eiweißkügelchen seyen und sich nach und nach völlig in Wasser lösen, glaubt, daß die Oberfläche durch Tränkung mit Wasser eher durchsichtig werde, als das Innere, und daß daher der Anschein eines Kernes entstehe; Berres (Mikrosk. Anat. 1836. S. 78) nimmt an, daß ein Dunst beim Erkalten sich zu einem Tropfen verdichte, welcher den Kern des Blutkörperchens darstelle. Es war nöthig, aufs Neue auf Hewson aufmerksam zu machen, welcher die Vorgänge beim Aufquellen und Zusammenfallen der Bläschen und die membranöse Beschaffenheit der Schale erwiesen; es war nöthig, diese Versuche zu wiederholen. Dies geschah durch C. H. Schultz (Circulation. 1836. S. 17 ff.). R. Wagner scheint mir die Skepsis zu weit zu treib

wenn er diesen Thatsachen gegenüber noch die Entstehung des Kernes einem Gerinnungsprocesse zuschreibt (Beitr. II. 1838. S. 14). Die Arbeit von Schultz hat wahrscheinlich nur darum nicht sogleich die Anerkennung gefunden, die ihr gebührt, weil er, einem früheren Irrthume zu Liebe und aller Physik zum Trotze, das Contentum der Bläschen für eine luftförmige Flüssigkeit erklärte.

Endlich war in Betreff der Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere noch ein Schritt zurück zu machen. Leeuwenhoek hatte sie richtig beschrieben. Da man aber anfing, zu vergleichen und einen gemeinsamen Plan der Organisation in der Thierwelt vorauszusetzen, wurden die Blutkörperchen der höchsten Wirbelthiere gleich denen der niederen für kernhaltig erklärt. Den Grund der Täuschung habe ich schon oben angegeben. Am häufigsten sah man als Kern die centrale Depression: so giebt J. Müller an, daß er die Blutkörperchen seicht ausgehöhlt sehe und bei einer gewissen Beleuchtung einen scharfbegrenzten centralen Fleck wahrnehme; Schultz (Circulation. S. 19) macht den Kern durch Jodine sichtbar, durch welche die Bläschen gefärbt werden, indeß der centrale Fleck hell bleibe; R. Wagner (Beitr. II, 32) schildert ihn rundlich, central und als ein dunkles Höckerchen in der napfförmigen Vertiefung (seine Abbildungen, namentlich in den Icon. physiol. sind sehr treu und zeigen in der That nichts von Kern, sondern einen Eindruck); auch bei Berres (Mikrosk. Anat. Taf. IV. Fig. 4) und in Ehrenberg's Abbildungen (Unerkannte Structur. Taf. II.) ist die centrale Vertiefung als Kern angenommen. Die isolirten Kerne von Ehrenberg und wahrscheinlich auch von Krause (Müll. Arch. 1837. S. 4) sind die durch Wasser unregelmäßig gewordenen und geplatzten Bläschen. Was nach Behandlung mit Essigsäure übrig bleibt, sind allerdings Kerne. Diese haben Müller, Krause (Anat. S. XII) und Wagner (Hecker's Ann. 1834. S. 135) richtig gesehen und waren demnach um so mehr berechtigt, den Blutkörperchen der Säugethiere einen Kern zuzuschreiben. Daß derselbe in einzelnen fehle, hat schon Schultz (Circulation. S. 72 und in einem neueren Aufsatze, Hufeland's Journ. 1838. Apr. S. 5) zugegeben und das Schwinden des Kernes als Anfang eines Rückbildungsprocesses bezeichnet. H. Nasse (F. und H. Nasse Unters. II. 1839. S. 1. 145) hat ebenfalls aus dem Froschblute kernlose Körperchen beschrieben und angegeben, daß in den Körperchen der Säugethiere kein solcher Kern existire, wie in denen der anderen Wirbelthiere. Um sich aber zu überzeugen, wie gering verhältnißmäßig die Zahl kernhaltiger Blutkörperchen ist, muß man die Essigsäure unter dem Mikroskop langsam zusetzen, während man eine große Zahl von Blutkörperchen zugleich übersieht und im Auge behält. Beschreibt man demnach, wie billig, die Blutkörperchen nach der regelmäßigen und am meisten entwickelten Form, so muß man E. H. Weber (Rosenmüller's Anat. 1840. S. 30) beipflichten, welcher, obgleich er jetzt den Kern der Froschblutkörperchen nicht mehr leugnet, doch erklärt, daß man an Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere den Kern nicht von außen unterscheiden könne und daß, was man dafür gehalten habe, ein Lichtglanz oder ein Schatten sey, der dadurch entstehe, daß die Scheiben der Blutkörperchen sich krümmen und convex-concav werden.

Hänefeld (Chemismus. 1840. S. 105) nimmt an, daß die Hülle der Blutkörperchen (der Frösche) aus zwei Häuten bestehe, daß die innere Haut, welche erst das Fluidum des Blutkörperchens einschließe, durch die Wirkung von kohlensaurem Ammoniak sich kräusele, und von der äußeren zurückziehe. Dieser Irrthum erklärt sich, wenn man sich der Art erinnert, wie die durch Endosmose aufgenommenen Flüssigkeiten sich mit dem Inhalte der Bläschen langsam mischen. Anfangs sind sie getrennt zu unterscheiden, wie ja auch Wasser und rother Wein, wenn man den letzteren recht langsam zusetzt, vielleicht mag auch im ersten Augenblicke die äußerste Lage des Farbestoffes gerinnen, in kurzer Zeit aber gehen Salzlösung und Farbestoff vollkommen und gleichmäßig in einander über.

Die Kügelchen des Chylus waren ebenfalls schon Leeuwenhoek bekannt (Opp. III, 11). Er sah Chylus aus einem Lymphgefäße des Darmes sich in Coagulum und Serum theilen; das Coagulum bestand aus einer hellen Substanz, in welcher Körperchen eingestreut waren, etwa $1/6$ so groß als Blutkörperchen, welche zu 2—6 zusammenhingen; dergleichen schwammen auch im Serum, nebst einer großen Zahl noch viel kleinerer Körperchen. Della Torre (*Nuove osserv. 1776. p. 82*) fand im Chylus unregelmäßige Partikelchen, der runden Form sich nähernd. Ueber Lymphe erhielten wir die ersten ausführlicheren Mittheilungen durch Hewson (*Exp. inq. II, 100. III, 67*). Zur mikroskopischen Untersuchung benutzte er die Flüssigkeit, die er durch Auspressen von Lymphdrüsen erhielt, aber auch den Inhalt von Lymphgefäßen, namentlich der Thymusdrüse (*III, 81*). Auf die Untersuchung der Flüssigkeit aus Drüsen kann man wenig Werth legen, da hier nicht nur die Körnchen des Parenchyms, sondern selbst Eiter und Tuberkelsubstanz mit unterlaufen konnte. Indem er die Lymphe mit Serum oder Salzwasser verdünnte, entdeckte er in derselben mikroskopische Partikeln, ähnlich den Kernen der Blutkörperchen in Größe und Form, unlöslich in Serum und Salzsolution, aber löslich in Wasser. Er hielt die Lymphdrüsen für die Absonderungsorgane dieser Körnchen, die Lymphgefäße gleichsam für die Ausführungsgänge der Lymphdrüsen (*III, 122*). In der Lymphe der Lymphgefäße sah er einen Theil dieser Körperchen mit einer rothen Schale umgeben: er schloß daraus, daß das Lymphgefäß die Schale absondere oder die in ihm enthaltene Flüssigkeit so umändere, daß in dieser die Bildung von Schale und Farbestoff geschehe. Die Körnchen der Thymus fand er den Lymphkörperchen ähnlich und erklärte deshalb die Thymus für ein Secretionsorgan von Kernen der Blutkörperchen (*p. 127*) und ein Hülfsorgan der Lymphdrüsen. Die Milz dagegen, deren Lymphgefäße eine mehr blutähnliche Flüssigkeit führen, nannte er das Secretionsorgan der Farbestoffhüllen; sie bekleide damit die Kerne, welche ohne Hülle in das Blut gelangen (*p. 133*) und ist eben so Hülfsorgan der Lymphgefäße, wie die Thymus der Lymphdrüsen. Der erste Theil dieses künstlichen Gebäudes, die supponirte Bildung der Lymphkörperchen durch die Lymphdrüsen, wurde durch J. Müller gestürzt. Er und H. Nasse beobachteten die Kügelchen in der Lymphe der Lymphgefäße, bevor sie durch Drüsen gegangen ist, und Müller sah die Kügelchen im Chylus diesseits der Mesenterialdrüsen. Er

berichtigte auch Hewson's Angabe, daß Chylus- und Lymphkügelchen in Wasser löslich seyen. Aber darüber, ob die Lymphkörperchen die Kerne der Blutkörperchen abgeben könnten, blieb man lange zweifelhaft. Erst wäre es nöthig gewesen, die Körperchen des Chylus und der Lymphe selbst genauer zu kennen und zu sondern. Es sind unter dieser Benennung zusammengeworfen: 1. Die kleinen, aus Fett bestehenden Elementarkörperchen, aus welchen sich Zellenkerne bilden; während dieser Umbildung scheinen die Elementarkörnchen eine chemische Umwandlung zu erleiden, wodurch sie in Aether schwer oder unlöslich werden, vielleicht durch Entwickelung der aus einer Proteinverbindung bestehenden äußeren Haut. 2. Nackte Zellenkerne, die man namentlich bei Fröschen häufig antrifft. 3. Unreife Zellen, aus einfachen oder getheilten Kernen und einer blassen, eng anliegenden Schale bestehend. Außerdem wurden größere Fetttropfen und Niederschläge von Fett oder Eiweiß oder andern Stoffen, die in Gestalt der feinsten punktförmigen Partikelchen erscheinen, theils als Beimischungen unterschieden, theils den Chylus- oder Lymphkörperchen geradezu beigezählt. Daher der Mangel an Uebereinstimmung in den Angaben über die Größe und Form und chemischen Eigenschaften dieser Elemente. Da die Elementarkörperchen am reichlichsten im Chylus enthalten sind, so will ich dieselben ausschließlich Chyluskörperchen nennen. Die Zellen mit Kernen, gleichviel ob sie sich im Chylus oder der Lymphe zeigen, sollen Lymphkörperchen und die nackten Kerne sollen Kerne der Lymphkörperchen genannt werden. Endlich kann man, wenn man von der Flüssigkeit, in welcher sie vorkommen, abstrahirt, die gefärbten Zellen als Blutkörperchen bezeichnen, die entweder kernhaltig oder kernlos sind. Aus den Chyluskörperchen entstehen demnach die Kerne der Lymphkörperchen, aus diesen die Lymphkörperchen selbst, aus den Lymphkörperchen die Blutkörperchen. Im Chylus kommen Chylus- und Lymphkörperchen, in der Lymphe und im Blute kommen Lymph- und Blutkörperchen nebeneinander vor, mit dem Unterschiede, daß die ersten in der Lymphe, die letzten im Blute vorherrschen. Chyluskörperchen gehen aber auch in Lymphe und Blut, ausnahmsweise zuweilen in großer Menge über. Nach diesen Vorbemerkungen wird es nicht schwer seyn, die neueren Untersuchungen zu deuten. Tiedemann und Gmelin erklärten das, was dem Chylus eine weiße Farbe ertheilt, für Fett, weil der Chylus durch Schütteln mit Aether klar wurde. J. Müller (Physiol. I, 259) sprach dagegen, weil zwar der Chylus durch Aether heller wurde, aber die Kügelchen dennoch unverändert übrig blieben. Was übrig blieb, waren Lymphkörperchen und Kerne derselben, vielleicht auch ein Theil der Elementarkörnchen, welche auf die eben angegebene Weise umgewandelt waren. Ihm schienen die Lymphkörperchen kleiner als Blutkörperchen. H. Nasse (Tiedemann und Treviranus' Zeitschr. V. 1833. S. 23) hält sie für größer. Krause (Anat. I, 499. 1836) unterschied im Chylus durchsichtige, größere und sphärische Fetttröpfchen, bis zu 0,005''' Durchmesser und zahlreiche, rundliche, weiße, undurchsichtige Körperchen von 0,0009—0,0015''', Elementarkörnchen und Kerne. Valentin (Repert. I. 1836. S. 278) nahm ebenfalls größere Fetttropfen wahr, die unter den Augen des Beobachters zusammenflossen, und eigenthümliche Körperchen, nicht genau rund,

mit centralem Flecke und einem Durchmesser von 0,0024‴ (Lymphkörperchen). Von den glatten und körnigen Lymphkörperchen nach der Beschreibung von Schultz (Circulation. 1836. S. 40. 45) habe ich bereits gesprochen, der Größe nach sind beides Elementarkörnchen, die einen noch ganz in Aether löslich, die anderen nur einschrumpfend, also wahrscheinlich mit einer festeren Hülle versehen. Alle kernhaltigen Körperchen des Chylus und der Lymphe heißen bei Schultz Blutbläschen. Gurlt's Chyluskügelchen (Vgld. Physiol. 1837. S. 138) von 0,0036‴ Durchmesser, scheinen Fetttröpfchen, da er dieselben auch im Dünndarme fand Nach Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 497) enthält der Chylus zahlreiche, kleine Fettkügelchen, die sich in Aether lösen, und größere Körperchen, von dem Durchmesser der Blutkörperchen, in geringerer Zahl. Diese letzteren sieht Bischoff als die eigentlichen Chyluskörnchen an; ihre Menge hatte im Ductus thoracicus zugenommen. Auch sie sollen sich in Aether lösen, gewiß ein Beobachtungsfehler. R. Wagner, welcher schon im Jahre 1834 (Hecker's Ann. S. 129) Beobachtungen über Lymphkörperchen mitgetheilt, dazu aber nur die zweifelhafte Flüssigkeit aus Lymphdrüsen benutzt hatte, beschrieb in einer späteren, vollständigeren Abhandlung (Beitr. II. 1838. S. 24) die Lymphkörperchen als zarte, fein granulirte, runde Kügelchen, meist 0,0025—0,0033‴ im Durchmesser, einzelne 0,0016, andere bis 0,005‴ groß; im Chylus kamen noch größere Variationen vor, bis 0,0066‴, daneben viel kleinere Molecule und ein trübes, feinkörniges Wesen, eine Art Niederschlag. Wagner bemerkte, daß die Lymphkörperchen durch Essigsäure stärker granulirt, und im Centrum dunkler werden, so daß sich eine Art Kern zu bilden scheine. Diesen hat J. Vogel (Eiter und Eiterung. 1838. S. 87) bei Körnchen von 0,0025—0,0033‴ Durchmesser dargestellt, indeß ist es nicht sicher, ob er wirkliche Lymphkörperchen oder die Parenchymzellen der Lymphdrüsen vor sich gehabt habe. Unrichtig ist es jedenfalls, daß der Kern jener Körperchen immer einfach und dadurch von Eiterkörperchen verschieden sey. Ich habe gezeigt, daß die Kerne der Lymphkörperchen ganz dieselbe Metamorphose durchmachen, wie die der Eiterkörperchen; nur durch die Größe sind beide unterschieden.

H. Nasse's Beschreibung der Chyluskörperchen (Unters. II. 1839. S. 6) ist an der betreffenden Stelle mitgetheilt worden. Die Elementarkörnchen des Chylus führt er als Farbestoffkügelchen an; seine Chyluskörperchen sind wahrscheinlich fertige Zellen. Den Kern fand er nicht und hielt die durch Essigsäure entblößten Kerne für eingeschrumpfte Körperchen. Nur einige dieser Körperchen sah er von einer großen, blassen Hülle umgeben, die sich nach Zusatz von Essigsäure allmählig auflöste. Die mit Essigsäure behandelten Chyluskörperchen der Katze hatten keine Hülle, aber „Spuren eines schleimigen Hofes“. In allen Lymphkörperchen aus den Gefäßen der Milz bemerkte er aber nach Zusatz von Essigsäure Kerne und zwar in den meisten 3, in wenigen nur einen. Dieselben lagen nicht jedesmal in der Mitte, sondern auch in der Peripherie, entweder zerstreut oder in einem Punkte vereinigt. Mittelstufen zwischen diesen Körperchen und Blutkörperchen sollen durchaus nicht vorkommen. Die meisten Untersuchungen hat auch Nasse an dem ausgepreßten Inhalte

der Lymphdrüsen gemacht. Er findet die Lymphkügelchen in den Drüsen kleiner, ein Beweis, daß er Körperchen aus dem Parenchym der Drüsen mit zur Vergleichung benutzt hat. Die Körperchen des Chylus, welche Gerber abbildet (Allg. Anat. 1840. Fig. 23, B) scheinen theils Oeltropfen, theils Elementarkörnchen zu seyn. Richtig hat Bruns (Allg. Anat. 1841. S. 137) zwei Arten Lymphkörperchen, nämlich Oeltröpfchen und eigentliche Lymphkörperchen unterschieden, von welchen die letzteren einen einfachen oder doppelten Kern haben.

Kehren wir nun zur Frage über das Verhältniß der Lymphkörperchen zu den Blutkörperchen zurück. Hewson verfolgte jene, wie bemerkt, in die Blutgefäße und hielt sie für Kerne der Blutkörperchen; Gruithuisen (Physiognosie. 1812. S. 89. 162), welcher recht wohl bemerkte, daß die Lymphkörperchen im Blute (er nennt sie Blutbläschen) größer sind, als die Blutkügelchen, im Verhältnisse wie Erbsen zu Linsen, nahm an, daß jene gleichsam die Eier der Blutkügelchen seyen, daß sie aufspringen und die Blutkügelchen gebären. Im geraden Widerspruche mit Hewson behauptet also Gruithuisen, daß die Kerne der Lymphkörperchen zu Blutkörperchen würden. Wedemeyer glaubte (Meck. Arch. 1828. S. 346) unter den Blutkörperchen einzelne, frei schwimmende Kerne in den Gefäßen bemerkt zu haben. Donné (*Thèse etc. 1830*) entdeckte in Kügelchen des Säugethierblutes die Granulationen, deren gewöhnlich 3 seyen. J. Müller beschrieb jene sogenannten Kerne, die wir als farblose Blutkörperchen aufgeführt haben, genauer im Blute der Frösche und Säugethiere und wies ihre Identität mit Lymphkörperchen nach. Für dieselbe Ansicht sprach sich, nach zahlreichen Untersuchungen, Wagner aus (Hecker's Ann. 1834. S. 129) und beobachtete selbst bei Triton die successive Annäherung der Lymphkörperchen an die Blutkörperchen. Als Kerne der Blutkörperchen konnten sie indeß doch nicht ohne Weiteres angenommen werden, da sie, wie Müller fand und Wagner und Valentin (Repert. 1837. S. 71) bestätigten, zwar zum Theil klein und den Kernen der Blutkörperchen ähnlich, doch auch häufig größer sind, als diese, und da sie kugelig sind in Thieren, welche platte und elliptische Kerne der Blutkörperchen haben. Mit Recht erinnerte dagegen Schultz (a. a. O. S. 37), daß auch noch unter den Kernen der Blutkörperchen verschiedene Formen vorkommen und daß überhaupt diese Körperchen nicht als etwas Bleibendes und Unveränderliches betrachtet werden dürfen. Doch schreibt er irriger Weise das Plattwerden der Kerne einem Drucke durch die platten Blutbläschen zu. Gleich Hewson hält er die Milz für das Organ, welches hauptsächlich die Bildung der Hülle bewirke.

Nachdem gezeigt war, daß die größeren Lymphkörperchen selbst aus Kern und Schale bestehen, war es leicht, den wahren Zusammenhang aufzuklären. Wie erwähnt, hat Vogel diese Entdeckung gemacht, richtiger aber beschrieb H. Nasse (Unters. II. 1839. S. 35) den zusammengesetzten Kern an den Lymphkörperchen im Blute. Mandl (*Anat. microsc. 1838. p. 8*) macht auf die Aehnlichkeit der Lymphkörperchen im Blute mit Eiterkörperchen aufmerksam, ohne den Bau der einen oder anderen recht zu kennen. In der That mögen

aber in vielen der zahlreichen Fälle, wo man die Gegenwart von Eiter im Blute mikroskopisch nachgewiesen zu haben glaubt, die farblosen Blutkörperchen für Eiterkörperchen gehalten worden seyn.

Auf die durchsichtige Schicht von Plasma an den Wänden der Gefäße, welche Haller, Spallanzani und Blainville bereits bemerkt hatten, hat neuerdings Poiseuille aufmerksam gemacht (*Mém. des sav. étrangers T. VII. 1835*) und gefunden, daß Blutkörperchen, welche zufällig in diese Strömung gerathen, sich langsamer bewegen. Er schloß daraus, daß das Plasma an den Wänden langsamer ströme, als im Centrum. Schultz (S. 46) sah ebenfalls Körperchen an den Wänden hinrollen, die er für die dem Blute beigemischten Lymphkörperchen hielt. An einer anderen Stelle (S. 179) dagegen erklärt er die helle Schicht Plasma für die Gefäßwand selbst, welche sich verdicken und verdünnen soll. Man muß ihm zugeben, daß diese Art Contraction und Expansion allerdings von allen bekannten Arten durchaus verschieden wäre. E. H. Weber (Müll. Arch. 1837. S. 267) glaubte, daß die helle Flüssigkeit, in welcher die Lymphkörperchen schwimmen, wahre Lymphe und in einem Lymphgefäße befindlich sey, welches das Blutgefäß umgebe, ein Irrthum, den Mayer (Fror. Not. 1837. Nr. 49) und Ascherson (Müll. Arch. 1837. S. 452) berichtigten. Der Letztere erkannte als Grund der langsameren Bewegung die eigenthümliche Beschaffenheit der sogenannten Lymphkörnchen, ihre rauhe und klebrige Oberfläche. Dieser Erklärung traten Weber selbst (Ebendas. 1838. S. 450), Wagner (Beitr. II, 33) und Gluge (*Bulletin de l'acad. de Brux. 1838. No. 10*) bei und Weber theilte zugleich die wichtige Entdeckung mit, daß im stagnirenden Plasma die ovalen Blutkörperchen die Form von Lymphkörperchen annehmen.

Nach Wagner (Beitr. II, 33. 35) fehlt die helle Schicht von Plasma in den Capillargefäßen der Lunge. Gluge behauptet, sie auch hier gesehen zu haben.

III. Vom Systeme der Blutgefäße.

Die Bewegung der Flüssigkeit in dem geschlossenen Röhrensysteme der Blutgefäße wird unterhalten durch ein contractiles Organ, das Herz, welches bei seiner Zusammenziehung das Blut austreibt. Die Röhren, welche es aus dem Herzen aufnehmen und durch den Körper, sowie durch die Lungen verbreiten, sind die Arterien, die Gefäße, welche es aus dem Körper und den Lungen zurückbringen und bei der Diastole des Herzens in dasselbe ergießen, sind die Venen, die feinsten und letzten Verästelungen, durch welche das Blut aus den Arterien in die Venen übergeht, werden Capillargefäße genannt.

Das Capillargefäßsystem ist der physiologisch wichtigste Theil der Organe des Kreislaufes, der Theil, in welchem der Stoff-

wechsel mit den Organen oder, bei den Lungen, mit den umgebenden Medien stattfindet. Während die Arterien helles Blut zuführen, die Venen dunkles Blut wegleiten, bildet das Capillarsystem ein gewissermaßen indifferentes Reservoir, aus welchem die Elementartheile schöpfen und innerhalb dessen das Blut sich umwandelt. Dies zeigt sich auch in Bezug auf die Strömung des Blutes durch die Capillargefäße, denn wenn dieselbe im Allgemeinen immer nach Einer Richtung stattfindet, aus den Arterienstämmen gegen die Venenstämme, so kann doch, wie die mikroskopische Beobachtung lehrt, in den einzelnen capillaren Stämmchen die Richtung der Strömung sich umkehren, und z. B. in einem Verbindungsaste a zwischen zwei parallelen Stämmen bald von b durch a nach e, bald von c durch a nach d, in a also sowohl auf- als abwärts gehen.

Bei der Continuität der Arterien und Venen durch die Capillargefäße kann indeß die Grenze zwischen diesen und jenen nicht streng seyn. Anatomisch kann man sie nur bestimmen als den zwischen Arterien und Venen gelegenen Theil des Gefäßsystemes, in welchem die Röhren durch Abgeben von Aesten nicht mehr auffallend feiner werden und die Aeste miteinander ein gleichförmiges Netz von ziemlich gleich-großen und ähnlich begrenzten Maschen darstellen. Injicirt man ein solches Netz zugleich von den Arterien und Venen aus mit verschieden gefärbten erstarrenden Flüssigkeiten, so hängt es von Zufällen ab, wie weit die eine und die andere vordringt, und oft sieht man in der Mitte eines einzelnen Stämmchens beide Färbungen sich begegnen. In wiefern sich die Capillargefäße durch den Bau ihrer Wände von den Arterien und Venen unterscheiden, soll hernach erörtert werden.

Die Verschiedenheit der Capillarnetze hängt ab 1. von dem Kaliber der Röhren; 2. von dem Durchmesser der Zwischenräume zwischen denselben, und 3. von der Form der Räume, welche die Röhren begrenzen. Sie sind im Allgemeinen flächenartig ausgebreitet auf Häuten, nach allen Richtungen, parenchymatös, in parenchymatösen Organen. Indeß ist dieser Unterschied mehr scheinbar als wirklich, denn auch in den Membranen hängen die Netze einer Schicht durch Anastomosen mit den zunächst darunter gelegenen, z. B. auf serösen Häuten mit denen des subserösen Bindegewebes zusammen, und auf der anderen Seite stellen selbst in Muskeln, Nerven und Drüsen, wie im Panniculus adiposus, die

Capillargefäße einzelne, häutige Schichten dar, welche, je nach der Form der Elementartheile, entweder hohle Kugeln oder Cylinder bilden, indem sie entweder Kugeln oder Cylinder umspinnen. Es verdient aber bemerkt zu werden, daß es nicht immer die primitiven Kugeln oder Fasern der Gewebe sind, welche von dem Capillargefäßnetz umgeben werden. Bei den Fett- und Drüsenzellen ist es allerdings oft der Fall, bei anderen Geweben ist es schon deshalb nicht möglich, weil ihre letzten Elementartheile feiner sind, als die Capillargefäße. So ist es bei den Muskeln, dem Bindegewebe, den Nervenfasern. Die Cylinder, welche in diesen Geweben von den Gefäßramificationen umsponnen werden, sind Primitivbündel der Elementarfasern, oft sogar secundäre Bündel, wie dies bei den einzelnen Geweben näher erörtert werden wird. In Beziehung auf die Capillargefäße verhalten sich auch die Drüsenröhrchen gleich primitiven Bündeln: sie werden von Capillargefäßen umsponnen, ohne daß diese weiter in ihre Substanz eindrängen. Einigermaßen, doch nicht constant, richtet sich die Verbreitung der Capillargefäße nach der Verbreitung des interstitiellen Bindegewebes, welches in die Organe eindringt. Von der äußeren Fläche an ist dies Bindegewebe Träger der Gefäße. Sie gehen z. B. in die Drüsen vom Hilus aus und verlaufen zwischen den Läppchen immer mit dem Bindegewebe, welches die Läppchen sondert. Auch giebt es nirgends interstitielle Bindegewebe ohne Gefäße, aber umgekehrt können die Gefäße weiter vordringen, als die Bindegewebebündel, und daß ihre Existenz überhaupt nicht, wie man oft annahm, durch die Gegenwart von Bindegewebe bedingt ist, sieht man am Gehirne aufs Entschiedenste.

1. Das Kaliber der Röhren richtet sich nach dem Durchmesser der Blutkörperchen. Die feinsten sind noch weit genug, um die Blutkörperchen, eins hinter dem anderen, durchzulassen, daher betragen bei dem Menschen die feinsten nicht viel unter 0,003‴. Nach E. H. Weber's Messungen[1] an injicirten und getrockneten Lieberkühn'schen Präparaten haben die Capillargefäße von Gehirn und Nervensubstanz einen mittleren Durchmesser von 0,003‴, doch sah ich an denselben Präparaten auch Gefäße von 0,002‴ und noch etwas feinere. Unter den Capillargefäßen an der Oberfläche der Schleimhäute und der äußeren Haut waren nach Weber nur wenige von 0,003‴, die meisten betrugen nicht viel unter 0,004‴.

[1] Hildebr. Anat. III, 45.

Ich fand an einer Injection der Schneider'schen Haut von Lieberkühn die feinsten Gefäße von 0,004''', in der Schleimhaut des Gaumens wenige unter 0,006, dagegen an der Schleimhaut des Oesophagus viele von nur 0,003. Valentin[1] giebt den Durchmesser der feinsten Gefäße im Magen auf 0,0057, im Dünndarme auf 0,0048''' an. In Präparaten aus der menschlichen Lunge sah ich viele Gefäße von 0,003 und noch kleinere, in den Zotten des Dünndarmes die meisten nicht über 0,0032'''. In den Muskeln gehören Gefäße von 0,003''' zu den stärksten. Die größten kommen im Knochenmarke vor, wo schon Gefäße von 0,010''' zur Bildung capillarer Netze zusammentreten. Im Periosteum der Zahnhöhle messen die kleinsten 0,0048, in der Zellhaut einer Arterie 0,005'''; alles an Lieberkühn'schen Präparaten. Den Durchmesser der Capillargefäße der Nieren giebt J. Müller[2] an zu 0,0037—0,0069''', der Processus ciliares zu 0,0064'''. Wenn in diesen Fällen durch die gewaltsame Injection die Gefäße auf Kosten der Interstitien eine übermäßige Ausdehnung erlitten haben sollten, so gleicht sich dies wohl durch das Einschrumpfen beim Trocknen aus. Auch stimmen mit den obigen Angaben die Messungen, welche E. H. Weber[3] bei stark mit Blut angefüllten Gefäßen der Haut des Hodensackes eines neugeborenen Kindes angestellt hat. Die engsten Haargefäße betrugen 0,0037'''. In dem verknöchernden rothen Knorpel der Kniescheibe waren blutgefüllte Capillargefäße von 0,0077'''. Ich habe den Durchmesser der feinsten Capillargefäße, nachdem ich dieselben von der umgebenden Substanz isolirt, im Gehirne und der Retina gemessen. Sie hatten ebenfalls nicht weniger als 0,0020—0,0023'''.

Valentin hat, zur Vergleichung des mittleren Durchmessers der Capillargefäße verschiedener Organe, eine Tabelle aufgestellt, aus welcher ich, obgleich mir die Resultate nicht ganz richtig scheinen, der Methode wegen Einiges mittheile. Die feinsten Gefäße der Marksubstanz zu 1 angenommen, erhielt er für die übrigen folgende relative Werthe:

Lungen	0,97
Nerv. medianus . . .	2,3

[1] Hecker's Ann. 1834. S. 277.

[2] Gland. secern. p. 112.

[3] a. a. O.

Biceps brachii . . .	3,3
Lederhaut	3,6
Darmzotten	4,4
Dünndarm	4,9
Magen	5,4
Nieren	5,5
Malpighi'sche Körperchen	7,09

Da gewisse Theile, welche im gesunden Zustande durchsichtig und blutleer scheinen, wie z. B. das Bindehautblättchen der Cornea, in Entzündung sich bedeutend röthen können, so nahm man an, daß diese Theile zwar Gefäße besitzen, aber so eng, daß bei normaler Beschaffenheit allein der flüssige Theil des Blutes, das Plasma, in denselben circulire und nur in Krankheit die rothen Blutkörperchen hineindrängen. Man nannte diese Gefäße Vasa serosa. Die Bündigkeit dieses Schlusses leugnet E. H. Weber mit Recht [1], denn abgesehen davon, daß Gefäße sich neu bilden können, so würde eine einfache Schicht enger Capillargefäße, auch wenn sie Blutkörperchen enthielten, mit bloßem Auge nicht sichtbar seyn und den Theilen, in denen sie sich befinden, kein rothes Ansehen geben. Man hat bei der Beobachtung des Kreislaufes an lebenden Thieren die Erfahrung gemacht, daß durch die kleinsten Gefäße oft lange Zeit nur durchsichtige Flüssigkeit und Blutkügelchen nur in großen Abständen sich bewegen; diese Thatsache läßt sich als ein Argument eben so gut für als gegen die Hypothese von serösen Gefäßen benutzen. Krause [2] bemerkte Gefäße von geringerem Durchmesser als die Blutkörperchen, in injicirten Theilen, z. B. im Musc. tibialis Gefäße von nur 0,0008'''; sie waren in kleiner Anzahl, meist Querzweige von größeren. Hier muß man eine unvollkommene Injection vermuthen. Das einzige Factum, so viel mir bekannt, welches für die Existenz der serösen Gefäße zu sprechen scheint, ist folgendes. In der Substanz des Gehirnes sind die feinsten Capillargefäße röhrige Cylinder mit ovalen Körnchen (Zellenkernen) besetzt. Von diesen und als Aeste derselben gehen Fäden ab, welche selbst bei 300maliger Vergrößerung von kaum meßbarer Dicke und in regelmäßigen Abständen mit denselben ovalen Zellenkernen besetzt sind, so daß sie nur wie Verbindungsfäden derselben

[1] Hildebr. Anat. III, 49.

[2] Müll. Arch. 1837. S. 4.

erscheinen. Der Zusammenhang dieser Fäden mit den Blutgefäßen macht es wahrscheinlich, daß sie Flüssigkeit führen; Blutkörperchen würden sie in keinem Falle aufzunehmen im Stande seyn. Uebrigens kommen sie nur in geringer Menge vor; in einem Stückchen zerdrückter Gehirnsubstanz, die das ganze Gesichtsfeld ausfüllt, sieht man oft nur einen bis drei derselben bogenförmig verlaufen. Es ist leicht, sie an frischen Kalbsgehirnen aufzufinden, da sie beim Zerdrücken der Gehirnsubstanz, gleich den feineren Blutgefäßen, ihre Gestalt und ihre dunkeln Umrisse behalten[1].

2. Die Weite der Maschen wird einigermaßen durch die Anfüllung der Röhren bedingt; je gefüllter diese, um so enger erscheinen die Interstitien. Indeß giebt es auch außerdem constante Verschiedenheiten für verschiedene Gewebe. Zu dem mittleren Kaliber der Röhren steht die Weite der Maschen in keinem bestimmten Verhältnisse, doch haben im Allgemeinen die Theile mit den feinsten Capillargefäßen auch relativ in Proportion zu den Röhren, und selbst absolut die weitesten Maschen. Die Zwischenräume in dem Gefäßnetze der Medullarsubstanz des Gehirnes sind nach E. H. Weber 0,0142‴ breit und 0,025‴ lang, in der Länge also 8—10mal, in der Breite 4—6mal größer, als die Durchmesser der Capillargefäße. An den Capillarnetzen der Schleimhäute und der äußeren Haut sind die Maschen oft nur 3—4mal, oft nur eben so weit und selbst noch enger, als die Gefäße. An der Beinhaut, deren Gefäße ungefähr denselben Durchmesser haben, wie die Gefäße der Schleimhaut, sind die Zwischenräume viel größer und unregelmäßiger, an der Zellhaut einer Arterie sah ich sie mitunter 10mal so weit, als die Röhren; aber dann schienen in den Interstitien schon die Gefäße einer tieferen Lage durch. In den Nieren findet J. Müller den Durchmesser der Capillargefäße im Verhältniß zu den Zwischenräumen wie 1:3—4; an einer Lieberkühn'schen Injection des Pankreas finde ich Maschen und Röhren von ziemlich gleichem Durchmesser. Am engsten sind die Maschen in den Lungen,

[1] In neuerer Zeit sind öfters Beobachtungen über Capillargefäße gemacht worden, welche zu fein seyen, um Blutkörperchen aufzunehmen. Schultze fand dergleichen in der Epidermis, Treviranus (Beitr. II, 99) in den Häuten des Auges. Dies beruht auf einem Irrthume, den ich schon früher besprochen habe: es wurden nämlich die Intercellulargänge zwischen polygonalen Zellen oder die Contouren der einander berührenden Zellen für ein Netz von Gefäßen angesehen.

wo sie fast durchgängig feiner sind als die Röhren, und mitunter schmale Spältchen zwischen denselben darstellen (Taf. III. Fig. 1). Zur Vergleichung des Blutreichthumes verschiedener Theile sind diese Angaben ganz brauchbar; im Allgemeinen aber muß man sich im lebenden Körper die Maschen verhältnißmäßig weiter vorstellen, da beim Trocknen die weichen Interstitien mehr einschrumpfen, als die injicirten Gefäße.

Aus der Vergleichung der relativen Weite der Röhren und der Maschen in verschiedenen Geweben ergiebt sich, daß die Interstitien verhältnißmäßig um so enger sind, je größer der Blutverbrauch; sie sind am engsten in den Drüsen der Cutis und den Schleimhäuten, am weitesten in den Nerven, den fibrösen Theilen, den serösen Membranen u. s. f. Sie sind deshalb auch enger in Organen, welche wachsen, z. B. in den ossificirenden Knorpeln bei Kindern, als in den ausgebildeten. Man kann sich vorstellen, daß von den Capillargefäßen aus die ernährenden Bestandtheile des Blutes sich eine Strecke weit in das Parenchym der Organe infiltriren, um so weiter, je weniger sie von den zunächst gelegenen verändert werden. Ein gutes Bild dieser Anordnung liefern die Wiesen, welche zur besseren Cultur mit einem Systeme von Bächen künstlich durchzogen werden. Aus diesen zieht der Boden Feuchtigkeit an und das Gras wächst in der unmittelbaren Nähe der bewässernden Canäle am üppigsten; oft sieht man im Centrum einer der Maschen, welche sie einschließen, das Gras verkümmert und trocken. Im Organismus ist, wie man erwarten darf, das System der ernährenden Canäle so angelegt, daß auch der von allen am meisten entfernte Punkt eines jeden Zwischenraumes hinlängliche Nahrung erhält. Doch ist auch hier das Wachsthum am kräftigsten im Umfange der Röhren, und so lange eine Vermehrung der Substanz stattfindet, bildet sich die neue um oder über den Blutgefäßen und drängt die reifere nach außen. Darum wachsen die Oberhäute von der gefäßreichen Matrix aus, die Knochen bilden neue Schichten um die Markcanäle u. s. f. Es ergiebt sich hieraus zugleich, daß die Eintheilung der Gewebe in gefäßlose und gefäßhaltige in physiologischer Hinsicht, wenn damit ein Unterschied in ihrer Ernährungsweise angegeben werden soll, unstatthaft ist und daß der Unterschied nur in der Art der Verbreitung der Gefäße und der Zuleitung des Nahrungssaftes beruht. Ist eine continuirliche, gefäßreiche Membran von einer gefäßlosen überzogen, so kann

mitten in einer Masche der ersteren ein Punkt eben so weit und selbst weiter von der Nahrungsquelle entfernt seyn, als es die oberste Schicht der gefäßlosen Haut ist. Und wo die Schicht gefäßlosen Gewebes mächtiger ist, da eben sehen wir in den zunächst darunter gelegenen Membranen ein enges Gefäßnetz, welches viel mehr liefern kann, als den Bedarf für das Gewebe, in welchem es sich verbreitet, ein Gefäßnetz, welches, seiner physiologischen Bedeutung nach, offenbar mehr der Schicht angehört, die wir, nach anatomischer Betrachtung, gefäßlos nennen.

Am auffallendsten tritt dies Verhältniß bei den Gefäßplexus hervor, deren schon bei der Beschreibung des Bindegewebes vorübergehend gedacht wurde, den Plexus choroidei des Gehirnes und den Processus ciliares im Auge. Plexus nennt man nämlich Organe, welche auf den ersten Blick aus nichts als Gefäßramificationen zu bestehen scheinen. Man sieht eine oder mehrere Arterien in dieselben eintreten, sich aufs Vielfachste verästeln, bis sie endlich an der Oberfläche ein sehr engmaschiges Capillargefäßnetz darstellen, aus welchem das Blut in Venen sich sammelt und in die Stämme derselben zurückkehrt. An den Gefäßstämmen hängen diese Organe wie an Stielen, und breiten sich gegen das freie Ende hin weiter aus. Bei genauerer Betrachtung erkennt man, daß außer den Gefäßen ein lockeres Bindegewebe, als Träger der Gefäßramificationen, die Plexus zusammensetzen hilft. Die Plexus des Gehirnes sind mit einem eigenthümlichen, früher beschriebenen Pflasterepithelium überzogen, die des Auges mit Pigmentzellen bedeckt, welche durch die Gefäße der Plexus ernährt werden. Vielleicht geht aber der Wirkungskreis der letzteren noch über jenen gefäßlosen Ueberzug hinaus. Von den Ciliarfortsätzen wenigstens ist es mir, wie ich schon früher bemerkte, wahrscheinlich, daß sie an der uneigentlich sogenannten Absonderung der wässerigen Feuchtigkeit und mittelbar auch an der Ernährung der Hornhaut und Krystalllinse einen wesentlichen Antheil haben. Bekanntlich erzeugt sich der Humor aqueus, wenn er verloren gegangen ist, sehr bald wieder; auch vermehrt sich die Menge desselben oft sehr rasch, ein Umstand, von welchem die erhöhte Spannung und der erhöhte Glanz der Hornhaut in excitirenden Affecten abhängt. Aus diesen Thatsachen kann man schließen, daß die Gefäße, welche mittelbar oder unmittelbar den Humor aqueus liefern, zahlreich und einer raschen Erweiterung fähig seyn müssen; diesen Anforderungen würde die seröse Haut der

vorderen Augenkammer, welcher man die Absonderung der wässerigen Feuchtigkeit zuzuschreiben pflegt, selbst wenn sie existirte, nicht entsprechen.

Es sind nunmehr 3. noch die Verschiedenheiten zu erörtern, welche durch die geometrische Figur der Räume entstehen, die von den Röhren begrenzt werden.

Wir wollen zwei Hauptformen unterscheiden, die rundlichen Maschen und die gestreckten. Jene sind die gewöhnlichsten, namentlich in den Theilen, welche ein sehr dichtes Capillarnetz haben, wie die Lungen (Taf. III. Fig. 1), die Drüsen, die Membrana Ruyschiana, die Lederhaut und viele Schleimhäute. Die kreisförmige Gestalt der Interstitien, welche die Grundform ist, zeigt indeß manche Unregelmäßigkeiten, indem sie sich einerseits zu schmalen Spältchen reduciren, andrerseits einer wirklichen, quadratischen oder polygonalen Form nähern. Fast vollkommene Quadrate stellen die Maschen dar an einer Lieberkühn'schen Injection der Haut des Armes (Taf. III. Fig. 2). Auch an der äußeren Haut der Arterien gehen die Röhrchen des weiten Capillarsystemes fast unter rechten Winkeln in einander über. Gestreckte Maschen sind diejenigen, in welchen mit einer gewissen Gleichförmigkeit der eine, Längsdurchmesser den anderen, queren, bedeutend überwiegt. Sie kommen in allen Theilen vor, wo die Capillarnetze feine Röhren oder Faserbündel umspinnen, am auffallendsten in den Muskeln (Taf. III. Fig. 4) und Nerven. In diesen Theilen haben die Interstitien in der Regel die Form eines Oblongum, dessen schmalste Seite oft nur den 10ten Theil der längsten ausmacht. Die längste Seite geht der Längenaxe der Fasern oder Röhren parallel. Gestreckte, aber mehr ovale Maschen kommen indeß auch an anderen Stellen vor; in der Schleimhaut der Nase sind sie 3—8mal so lang als breit, oval und an beiden Enden zugespitzt (Taf. III. Fig. 3); auch in der Schleimhaut der Harnblase sind die weiten Maschen größtentheils in einer Richtung länger.

Beide Arten von Maschen, sowohl die runden als die gestreckten, erhalten wieder, bei einiger Größe, ein verschiedenes Ansehen, je nachdem die begrenzenden Röhrchen gerade oder geschlängelt verlaufen; in den Nerven, Muskeln und Sehnen kann man ein capillares Stämmchen oft in langen Strecken ganz gerade verlaufen sehen, in den Häuten, im interstitiellen Bindegewebe, in der Fetthaut sind die Röhrchen weiter und zugleich einfach oder

wellenförmig gebogen. Es scheint, daß selbst in den kleinsten Theilen des Gefäßsystemes, wie in den großen Räumen, durch den geschlängelten Verlauf der Röhren dafür gesorgt ist, daß sie ohne Nachtheil eine bedeutendere Ausdehnung ertragen können.

Eine Varietät der gestreckten Maschen, welche durch die Eigenthümlichkeit der Gestalt der festen Theile bedingt ist, bilden die schlingenförmigen. In den kleinen Papillen der Haut und der Schleimhäute, namentlich der Zunge, sieht man ein Gefäß aufsteigen, umbiegen und wieder herabsteigen, seltener in längeren und stärkeren Papillen auch quere Anastomosen zwischen dem auf- und absteigenden Stämmchen. Man pflegt sich vorzustellen, daß das aufsteigende Gefäß arteriell, das absteigende venös sey, jenes also aus einem an der Basis der Papille verlaufenden arteriellen Gefäß entspringe, dieses in ein entsprechendes venöses Gefäß zurückkehre. Dies ist gewiß nur selten der Fall. Die Schlinge ist vielmehr nur eine Masche des capillaren Systemes, entweder eine einfache Ausbeugung eines capillaren Stämmchens, oder ein Collateralast, der in denselben Stamm zurückkehrt. In der Hohlhandfläche der Finger, in der Planta pedis stehen solche Schlingen auf großen Strecken sehr dicht; in den größeren Papillen der Zunge liegen ebenfalls viele dicht nebeneinander [1], in der Haut des Gaumens sah ich dieselben sehr schön an einem getrockneten Lieberkühn'schen Präparate des Berliner Museums, in größeren Abständen kommen sie an Präparaten von der äußeren Haut der Augenlider und der Schleimhaut der Speiseröhre vor, an der letzteren in ziemlich regelmäßigen Abständen von 0,018—0,020''' (Taf. III. Fig. 6). Hier sind auch die Stämmchen der Schlinge kürzer, wellenförmig, fast gekräuselt, an der äußeren Haut und der Zunge sieht man sie gerade und lang gestreckt.

Wir sind genöthigt, außer den Capillarnetzen mit runden und gestreckten Maschen auch die Existenz einer dritten Form anzunehmen, welche zwischen beiden steht oder vielmehr von beiden einen ziemlich gleichen Theil hat. Diese unregelmäßigen Netze, mit runden, gestreckten, drei-, viereckigen und polygonal begrenzten Zwischenräumen sind besonders häufig in den minder gefäßreichen Theilen und zwi-

1 Sömmerring, Icon. organ. gustus. Tab. I. Fig. 7. — Berres, Mikrosk. Anat. Taf. III. Fig. 1. Taf. VIII. Fig. 4. 7. 10. Nach Berres macht in einer Papille das Gefäß mehrere auf- und absteigende Windungen, ehe es in den Stamm zurückkehrt.

schen Röhren von größerem Kaliber, z. B. in der Beinhaut (Taf. III. Fig. 5), im interstitiellen Bindegewebe u. a.

Endlich giebt es auch Gefäße, welche mit dem Charakter der arteriellen, baumförmigen Verästelung doch schon die Structur und Function der Capillargefäße besitzen. Ein Beispiel dieser Art bietet die Gefäßvertheilung auf der hinteren Kapselwand[1]. Ungefähr im Mittelpunkte derselben tritt das arterielle Stämmchen, die Art. capsularis, ein, verzweigt sich immer feiner bis zum Rande hin und hängt mit dem Capillarnetze der Membrana capsulo-pupillaris und später der Zonula Zinnii zusammen, durch welche das Blut in die Ciliarvenen zurückkehrt.

Von der gewöhnlichen Weise des Ueberganges der Arterien in die Venen findet sich eine merkwürdige Ausnahme, innerhalb der cavernösen Körper des Penis, der Klitoris und der Harnröhre, deren Gewebe man mit dem Namen des erectilen zu bezeichnen pflegt. Das Eigenthümliche desselben beruht hauptsächlich darin, daß die Arterien und Venen nicht durch so feine Capillarnetze, wie in anderen Theilen, zusammenhängen und der Uebergang aus jenen in diese plötzlich erfolgt, indem die letzten Arterienäste, die größtentheils noch mit bloßem Auge sichtbar sind, auf einmal in die ansehnlich weiten Anfänge der Venen ausmünden. Die Art, wie diese Ausmündung erfolge, ist Gegenstand einer noch nicht geschlichteten Controverse.

Von der Wurzel des Corpus cavernosum aus tritt die Arteria profunda penis in dasselbe ein und verläuft so ziemlich in der Axe des Cylinders etwas geschlängelt nach vorn. Ihre größeren und kleineren Aeste liegen in dem oben beschriebenen Lamellen- und Balkengewebe der cavernösen Körper, so zwar, daß sie in den Lamellen Netze bilden und in jedem Bälkchen ein, seiner Dicke angemessenes Gefäß gerade oder schraubenförmig gewunden verläuft. J. Müller[2] nimmt zwei Arten von Aesten der Arteria profunda an, Rami nutritii, welche sich im Balkengewebe verbreiten und seiner Ernährung dienen, innerhalb desselben auch continuirlich in Venen übergehen, und Rami helicini, blind endende, rankenartig

1 Zinn, Descr. oc. hum. Tab. VII. fig. 3. Wrisberg, Comment. T. I. fig. 4. Sömmerring, Icon. oculi. Tab. VI. fig. 5. Henle, Membr. pup. Fig. 3. Langenbeck, Retina. Tab. I. fig. 4.

2 Archiv. 1835. S. 202.

gekrümmte Anhänge oder Auswüchse der Arteria profunda, welche frei in die Zellen oder Maschenräume der Corpora cavernosa hineinragen und, nach Müller's Vermuthung, durch Oeffnungen an der Spitze das Blut bei der Erection unmittelbar in die Maschenräume der Corpora cavernosa ergießen. Ihr Durchmesser beträgt 0,07—0,08‴. Sie gehen theils einzeln von Stelle zu Stelle ab, theils in kleinen Häufchen, wodurch Quästchen von 3—10 und mehr Arterienzweigen entstehen; im letzteren Falle haben die Arterien ein gemeinsames Stämmchen, welches sich sogleich in die einzelnen Arterien theilt [1].

Valentin [2] erklärte diese Arteriae helicinae für künstlich, an einer Seite abgetrennte Balken des Penis, welche sich vermöge ihrer Elasticität und namentlich auch deshalb rankenartig krümmen, weil das Gefäß in ihrem Innern einen korkzieherartigen Verlauf habe. Im hinteren Theile des Penis, wo die Lamellen stärker und die Balken platt, fest und unverzweigt sind, geht durch diese ein einfaches Stämmchen, von einer Wandung des Maschenraumes an die gegenüberstehende, und bildet eine Anastomose zwischen den in den Wänden gelegenen Arterien. Hier lassen sich keine Arteriae helicinae erzeugen. Weiterhin, wo die Bälkchen sich mannichfach theilen und unter einander anastomosiren, giebt es auch zwischen den feinsten Arterienzweigen in den Bälkchen mannichfache Anastomosen. Häufig gehen von einem Bälkchen und dem in ihm enthaltenen Stämmchen strahlenförmig feinere Bälkchen und feinere Stämmchen nach allen Richtungen aus. Die Maschenräume selbst sind auch außer der Erection immer mit Blut gefüllt; sie sind die Anfänge der Venen und mit derselben Haut, wie die Venen überall, inwendig ausgekleidet. Wenn man an einem Präparate, wo sowohl die Arterien als die Maschenräume mit Leim injicirt sind, die Injectionsmasse mit einer Pincette aus den Maschenräumen entfernt, so bleibt diese in einzelnen, sehr kleinen, trichterförmig nach außen gehenden Spalten des Maschenraumes haften, und verfolgt man diese rückwärts, so gelangt man zu einem, in einem dünnen Bälkchen verlaufenden Arterienzweige. An dem Corpus cavernosum des Pferdes und Esels sieht man diese Spalten mittelst der Lupe auch

1 J. Müller, a. a. O. Taf. III. Fig. 1 – 5. Fig. 7. Archiv. 1838. Taf. V.

2 Müll. Arch. 1838. S. 182 ff.

ohne Injection, wenn man den Maschenraum unter Wasser auseinander zieht. Da die Arterien in den Wandungen der Venenräume mit einander anastomosiren, so folgt, daß an jeder Stelle, wo eine Arterie sich durch das erwähnte Spältchen in den Venenraum öffnet, wenigstens 2 Aeste seitlich abgehen müssen in die beiden Wandungen, welche den Venenraum begrenzen. Setzen sich an derselben Stelle noch außerdem Bälkchen an, so theilt sich auch die Arterie in mehrere Aeste, welche abgeschnitten Quästchen bilden. Die venösen Maschen des cavernösen Körpers gehen endlich in die ausführenden Venen des Penis über, wie man am besten sieht, wenn man die Räume spaltet und gegen das Maschengewebe des Penis hin verfolgt.

In einem Anhange zu Valentin's Abhandlung erklärte J. Müller, nach wiederholten Untersuchungen bei seiner ersten Darstellung zu beharren. Krause hatte dieselbe schon früher bestätigt [1] und Hyrtl [2] sah Arteriae helicinae nicht nur im Penis des Menschen und Pferdes, sondern auch eine analoge Bildung in den erectilen Organen am Halse und Kopfe des Truthahnes: hier haben die Arterien Zweige, welche regelmäßig in Venen übergehen, und andere Zweige, welche sehr kurz, schlangenförmig gekrümmt sich gegen die Oberfläche der erectilen Kämme erheben und mit einer Erweiterung blind enden. Der Durchmesser der Erweiterung beträgt 0,008—0,016‴.

Es ließ sich voraussehen, daß die Entscheidung schwer seyn müsse bei einem Gegenstande, über welchen so ausgezeichnete Beobachter sich nicht vereinigen konnten. In der That, nachdem ich viele Mühe auf denselben verwandt habe, wage ich nicht, der einen oder anderen Ansicht entschieden beizutreten. Den korkzieherartigen Verlauf der Arterien in den feinen Bälkchen sehe ich ganz so, wie ihn Valentin beschrieben hat, auch muß ich ihm darin beistimmen, daß bei einer vorsichtigen Präparation nur wenige Arteriae helicinae zum Vorschein kommen und daß ihre Zahl in dem Maaße zunimmt, als man das Gewebe der Corpora cavernosa zerschneidet und zerrt. Von der anderen Seite gelang es mir nicht, nach seiner Angabe Arteriae helicinae zu verfertigen. Zerschneidet man unter dem Mikroskop ein Bälkchen mit korkzieherartig verlaufender Arterie, mag dieselbe injicirt seyn oder nicht, so bleiben die Enden liegen

[1] Müll. Arch. 1837. S. 31.

[2] Oesterr. Jahrb. 1838. XIX, 349.

oder bilden nur weite Bogen, die man mit den stark gekrümmten, kolbigen Arteriae helicinae nicht verwechseln kann. Die Art, wie rankenartige Auswüchse der Arterien künstlich gebildet werden, scheint mir eine andere zu seyn. Sie entstehen auch ohne Trennung der Bälkchen durch bloße Zerrung und Dehnung derselben. Die Bindegewebeschicht des Bälkchens, welche gewissermaßen die Scheide für die kleine Arterie bildet, ist nämlich bei weitem dehnbarer als die Arterie selbst. Bei jeder mechanischen Gewalt zerreißt daher, wie man ja selbst von den größeren Arterien weiß, die eigenthümliche Haut derselben. Durch ihre Elasticität zieht sich die durchrissene Arterie zurück, rollt sich ein und erscheint als Knöpfchen oder Ranke an ihrem Stamme. Daraus erklärt sich zugleich, warum aus der Spitze einer solchen falschen Arteria helicina, die doch offen stehen muß, keine Masse austritt. Die Zellscheide bildet einen Ueberzug über das eingerollte Gefäß und verstopft es. Der vordere Theil der Zellscheide, aus welchem sich die Arterie zurückgezogen hat, bleibt leer und bildet einen Faden, der von der Wurzel der Arteria helicina auszugehen und zur Anheftung derselben gedient zu haben scheint. In Müller's Abbildungen sind an vielen Stellen diese Fäden zu sehen.

Es ist unzweifelhaft, daß ein großer, ja der größte Theil der rankenartigen Anhänge der Arterien, die auf den ersten Blick ganz wie die von Müller abgebildeten Arteriae helicinae erscheinen, solche Kunstproducte sind. Indem ich an ausgeschnittenen Stücken von cavernösem Gewebe die Bindegewebehaut mit Essigsäure durchsichtig machte, konnte ich im Innern der Ranken die umgebogenen, quer abgerissenen Reste von Arterien verfolgen; bei manchen, welche zuerst ganz glatt und kolbig aussahen, fand ich, indem ich das Präparat hin- und herschob, das untergeschlagene, an den Stamm angelegte Schnittende. Bei anderen aber gelang mir dies trotz aller Sorgfalt nicht. Ich weiß nicht, ob ich annehmen soll, daß in diesen Fällen besondere Umstände meine Mühe vereitelten oder daß es außer den künstlichen, falschen Arteriae helicinae auch natürliche und ächte gebe. Vielleicht gelingt es einmal, durch feine Durchschnitte injicirter und getrockneter cavernösen Körper zu einem bestimmten Resultate zu gelangen.

Noch einer anderen Eigenthümlichkeit im Verlaufe der Capillargefäße muß ich hier gedenken, ich meine die Malpighi'schen Körperchen oder Glomeruli der Nieren. Es sind rundliche, seltener

ovale, mit bloßem Auge eben noch sichtbare Körnchen, von 0,08 — 0,10''' Durchmesser, jedoch auch kleiner, 0,03''' lang, 0,04''' breit [1], die bei allen Wirbelthieren in der Rindensubstanz der Nieren vorkommen. Sie liegen in besonderen Aushöhlungen der Rindensubstanz, aus welchen sie J. Müller [2] mittelst einer Nadel herausheben konnte, und bestehen aus einer knäuelförmigen, vielfach verschlungenen Windung eines einzigen Capillargefäßes [3]. Müller sagt, daß die Körperchen von den kleineren Arterien ausgehen; der Abbildung nach hängen sie aber mit den feinsten Capillarnetzen zusammen; auch finde ich an den Injectionen der Glomeruli mehrerer Thiere von Hyrtl, welche das Berliner Museum besitzt, daß das Gefäß, welches in sie eintritt, denselben Durchmesser hat, wie die Capillargefäße der Nieren überhaupt, und ihn gewöhnlich unverändert durch alle Windungen behält, bis es sich endlich mit dem Netze der übrigen Gefäße verbindet. In frischen Nieren und besonders in solchen, wo vor dem Tode Congestionen stattgefunden haben, erkennt man die Glomeruli leicht an ihrer rothen Farbe. Auch in dieser Bildung sehen wir wieder eine Veranstaltung, um die Bewegung des Blutes durch die Drüse zu verzögern und dadurch den Austausch desselben mit dem absondernden Gewebe zu befördern [4].

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. IV, 339.

2 Gland. secern. p. 101.

3 S. die Abbildungen von Huschke, Tiedemann und Treviranus' Zeitschr. IV. Hft. 1. Taf. VI. Fig. 8. Müller, a. a. O. Tab. XIV. fig. 9 Berres, Mikroskl. Anat. Taf. X. Fig. 2. Krause in Müll. Arch. 1837. Taf. I. Fig. 3. R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XX. fig. 3. 6.

4 Berres stellt ein sehr künstliches, aber unhaltbares System der Formen der Capillarnetze auf. Er unterscheidet (Mikroskl. Anat. S. 38) capillare und intermediäre Gefäße, unter jenen versteht er die kleinsten Arterien und Venen, unter diesen die eigentlichen Capillarnetze. Die intermediären Gefäße bestehen blos aus der innersten Haut und „darüber ergossener, belebter, plastischer Masse des Organes", die capillaren besitzen contractile Schichten. Gegen diese Benennung, ob sie gleich mit der herrschenden in Widerspruch steht, wollte ich nichts einwenden, wenn sie consequent durchgeführt wäre, allein, ob ein Gefäß capillar oder intermediär sey, wird nur nach der Form der Netze entschieden. Das lineale Gefäßnetz der Muskeln z. B. wird capillar genannt, obschon die Gefäße desselben, wie sich zeigen wird, nur eine einfache Haut haben, dagegen werden Gefäße der Choroidea, welche nicht zu den kleinsten gehören und jedenfalls mehrere Häute besitzen, den intermediären zugezählt.

Ausgezeichnete Abbildungen verschiedener Capillargefäßnetze findet man in

Die Art der Verbreitung größerer Arterien und Venen ist aus der anatomischen Beschreibung des Körpers bekannt. Ich will nur kurz erinnern, daß im Allgemeinen die Aeste von den Stämmen unter spitzen Winkeln abgehen, daß in der Regel das Kaliber der Röhren gegen die Peripherie hin allmählig abnimmt, daß aber auch an den größten Gefäßen mitunter eine Aehnlichkeit mit der Form der Capillarnetze dadurch entsteht, daß eine größere oder geringere Zahl von Aesten, die so ziemlich denselben Durchmesser behalten, von Stamm zu Stamm verlaufen. Solche Verbindungen nennt man Anastomosen, und wenn sie sehr zahlreich und die Zwischenräume verhältnißmäßig unbedeutend sind, Plexus. Diese kommen am häufigsten an venösen Stämmen vor, und sind um den Mastdarm, den Blasenhals und die Wurzel des Penis mitunter so dicht, daß sie sich durch nichts als durch die Größe von den engsten Capillargefäßnetzen unterscheiden. Die dendritische Vertheilung erhält sich bis in die feinsten Arterien- und Venenzweige, erleidet indeß einige Modificationen durch die Structur der Organe und die Form der Interstitien. Tritt ein Gefäß aus der Tiefe aufsteigend an eine Fläche, so strahlen die Aeste divergirend nach allen Seiten und erscheinen stern- oder wirtelförmig, je nachdem die feineren Aeste erst in der Fläche oder schon von der Tiefe an ausstrahlen. Das erste findet z. B. in den Läppchen der Leber, das zweite in den Wärzchen der Zunge statt. Liegen die Arterie und die ihr entsprechende Vene einander gegenüber an den Rändern feiner Lamellen

großer Zahl in Berres, Mikrosk. Anat. Taf. II. III. VI—XV. Arnold, Icon. anat. Fasc. II. Tab. I. fig 17. Tab. II. fig. 19—21. Tab. III. fig. 7. 21. Tab. V. fig. 23. 24. Tab. IX. fig. 3. Tab. X. fig. 14—20. Tab. XI. fig. 12. 13. R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XIV. fig. 1—5. Tab. XV. fig. 1—7. Tab. XVIII. fig. 13. Tab. XX. fig. 8—13.

Einzelne gute Abbildungen geben Zinn, Oc. hum. Tab. II. fig. 3 (Plexus choroid.). Soemmerring, Icon. oc. hum. Tab. VI. fig. 1. 3. 7. Ders. Icon. org. aud. Tab. IV. fig. 22 (Sacc. hemiellipt.). Ders. Icon. org. gust. fig. 9. Ders. Icon. org. olfact. Tab. II. fig. 6. Ders. Denkschr. d. baier. Akad. Bd. I. Taf. 1. (Gehirn). Bd. VII. (Choroidea). Prochaska, De Carne musculari. Tab. VI. fig. 5. Döllinger, Vasa sanguif. vill. fig. 4—7. Ders. Meck. Arch. 1820. Taf. IV. Fig. 13—15 (Muskeln). *Mascagni, Prodromo. Tab. II. fig. 7. 8. Tab. III. fig. 41. 42.* (Haut). Reisseissen, Bau der Lungen. Taf. III. Eble, Bau u. Krankh. d. Bindehaut. Taf. II. Fig. 11. J. Müller, Gland. secern. Tab. X. fig. 11 (Leber). *Marshall Hall, Circulation. Pl. VIII* (Lunge der Kröte). Reich, De membr. pupill. Fig. 1. Schultz, Circulation. Taf. VII (Schwimmhaut des Frosches).

oder Plättchen, so gehen die ins Capillarnetz eintretenden Aestchen quer und einander parallel von der Arterie zur Vene und geben das Ansehen eines Kammes, z. B. an den Kiemen.

Der Regel nach verfeinern sich also die arteriellen und venösen Aeste allmählig durch immer fortgesetzte Spaltung. Doch kommen einzelne Ausnahmen vor, die für manche Organe charakteristisch sind. In den Lungen z. B. lösen sich noch ziemlich ansehnliche Stämme unmittelbar in ein gleichförmiges Capillarnetz auf, wie man besonders an Reptilienlungen leicht wahrnimmt [1]. In der Choroidea gehen aus einem Stamme sogleich, wie von einem Punkte, eine Masse ziemlich paralleler, feiner Aeste ab; sie theilen sich auf der äußeren Fläche derselben nicht viel mehr und bilden eine zierliche Art von Wirbeln, die als Vasa vorticosa bekannt sind. Die Gefäßbüschel, welche auf diese Art, durch plötzliches Zerfallen eines Stammes entstehen, sind mit dem Namen Wundernetze belegt worden.

Von der Weite und Verbindung der Gefäße hängt die Schnelligkeit der Blutströmung ab. Je geringer das Lumen der Röhren, um so mehr wird durch Reibung der Blutlauf verzögert. Dasselbe geschieht durch Anastomosen, theils indem das Blut einen absolut weiteren Weg zu machen hat, theils durch den Verlust an Kraft bei der Begegnung von Strömen. Es verweilt deshalb in einem Organe um so länger, je feiner seine Gefäße und je verwickelter ihr Verlauf. Wegen der allmählig langsameren Strömung muß das Lumen der Aeste zusammengenommen weiter seyn, als das der Stämme, und die Venen müssen zahlreicher und weiter seyn, als die Arterien. Bei den Venen, die häufig Druck erleiden, waren außerdem noch Zweigbahnen nothwendig: diesen Zweck erfüllen die Hautgefäße an den Extremitäten, welche überall mit den tiefer liegenden anastomosiren. So kann auch die Masse des Blutes, welche in jedem Augenblicke in einem bestimmten Bezirke enthalten ist, wechseln, wenn zugleich die Schnelligkeit sich ändert.

Indem ich nunmehr auf die Beschreibung des Verlaufes der Blutgefäße die Beschreibung ihrer Structur folgen lasse, will ich wieder von den feinsten Capillargefäßen ausgehen und zeigen, wie durch Anlagerung verschiedener Schichten aus ihnen nach und nach die stärkeren Gefäßstämme sich hervorbilden. Es kommt nun zuerst

[1] R. Wagner, Icon. phys. Tab. XV. fig. 1. 2.

darauf an, die Capillargefäße in einem zur Untersuchung geeigneten Zustande und isolirt zu erhalten. Dazu eignen sich vorzüglich die Centralorgane des Nervensystemes und die Retina. Die Capillargefäße der letzteren gewinnt man isolirt und als zusammenhängendes Netz, wenn man diese Haut etwas in Wasser macerirt (an menschlichen Augen ist dies gewöhnlich nicht einmal nöthig), ein Stück derselben auf einer Glasplatte ausbreitet und dann durch wiederholtes Auftröpfeln von Wasser und Abspülen das Nervenmark in einzelnen kleinen Fragmenten entfernt. Es bleibt ein kaum wahrnehmbares, häutig flockiges Wesen zurück, welches eben nichts Anderes ist, als das Netz der größeren und kleineren Gefäße, und durch Bedecken mit einem Glasplättchen leicht so ausgebreitet wird, daß man die einzelnen Stämmchen verfolgen kann. Will man sicher seyn, sogleich beim ersten Versuche ein taugliches Präparat zu erhalten, so darf man nur eine Stelle wählen, durch welche ein größeres, noch blutgefülltes Gefäß verläuft. Immer finden sich schon in der nächsten Nachbarschaft desselben die feinsten capillaren Aeste. Auf ähnliche Weise verfährt man mit dem Gehirne und Rückenmarke. Hat man durch irgend einen Schnitt durch die Substanz desselben ein kleines, noch mit bloßem Auge sichtbares, und an seinem blutigen Inhalte kenntliches Gefäß zu Tag gelegt, so genügt es, dies auf die kunstloseste Weise herauszureißen oder herauszuschneiden und durch Abspülen das anhängende Mark zu entfernen. Sehr passend zur Untersuchung feinerer Gefäße sind auch noch folgende Stellen: die Pia mater des Gehirnes und besonders die Falten derselben, welche in die Furchen der Oberfläche der Hemisphären eindringen; zieht man eine solche Falte heraus, so erscheinen am Rande derselben unter dem Mikroskop immer eine Menge abgerissener, schon der Rindensubstanz des Gehirnes angehörender Aestchen; ferner die lockeren Bindegewebeschichten, welche sich in der Rückenmarkshöhle zwischen den Bändern und der Dura mater des Rückenmarkes befinden, namentlich diejenigen, welche auf den gelben Bändern aufliegen; endlich die feineren Bälkchen des Corpus cavernosum des Penis, welche mitunter fast nichts sind, als Capillargefäße mit einer ungewöhnlich starken Bindegewebeschicht umgeben. Wenn man an diesen Theilen das Ansehen der feinsten Gefäße kennen gelernt hat, so wird man ihnen bald in allen gefäßhaltigen Geweben bei der Zerlegung in ihre kleinsten Theile begegnen; indeß hängt es hier mehr vom Zufalle ab. Selten wird man ein Bündel

Nerven- oder Muskelfasern zu Gesicht bekommen, in welchem nicht unter den Elementartheilen des Nerven- und Muskelsystemes auch einzelne, gleich den Nervenfasern und Muskelbündeln und in derselben Richtung gestreckt verlaufende Capillargefäßchen vorkämen. In Theilen aus Bindegewebe sind sie selten sogleich sichtbar, doch findet man sie hier, wenn man das Bindegewebe durch Essigsäure durchsichtig gemacht hat. In vielen dünnen und transparenten Häuten, z. B. in der Pupillarhaut, Zonula Zinnii und der hinteren Kapselwand des Fötus, in der Haut der halbcirkelförmigen Canäle und der Beinhaut des Labyrinthes sieht man auch ohne Injection die Capillarnetze, jedoch lassen sie sich an diesen Stellen nicht von der Haut isoliren, in welcher sie sich ausbreiten.

Die Capillargefäße verschiedener Theile sind eben so verschieden im Baue, wie in der Weite; die feinsten und einfachsten kommen in den Nervengebilden und in Muskeln vor. Die feinsten Gefäße, welche sich durch ihren Zusammenhang mit den größeren Stämmen und oftmals durch ihren blutigen Inhalt noch bestimmt als solche erkennen lassen, sind ganz gleichartige oder sehr feinkörnige, helle und mit mäßig blassen Contouren versehene Streifen von 0,002‴ Breite, welche von beiden Rändern gegen die Axe hin etwas heller werden, sonst aber nicht das Ansehen von Röhren haben, da selbst die Contouren an den meisten Stellen einfach sind (Taf. III. Fig. 7). Sie bestehen aus einer völlig structurlosen Haut, in welcher bei keiner Art der Beleuchtung Streifen oder Fasern erkennbar sind. Sehr charakteristisch sind aber für diese Röhrchen die sogleich näher zu beschreibenden Körperchen, welche, von oben betrachtet, in den Streifen eingeschlossen scheinen (Fig. 7, A), bei Betrachtung von der Seite aber meist über die Wände hervorragen (Fig. 7. b), zum Theil frei, nur äußerlich denselben aufliegend, zum Theil, wie es scheint, in der Substanz der Wand eingeschlossen, so daß die Contouren der Wand vor dem Körperchen auseinanderweichen und über und unter demselben sich fortsetzen, um sich jenseits wieder zu vereinigen; am seltensten geht die Wand äußerlich gerade über die Körperchen fort, während sie nach innen, in das Lumen vorspringen (Fig. 7. a). Die meisten dieser Körperchen haben die Gestalt und Größe der gewöhnlichen Zellenkerne, auch die eigenthümlichen Kernkörperchen derselben; sie sind bald rund, bald oval, die runden im Mittel 0,0026‴ im Durchmesser, die ovalen bis 0,0042‴ lang; andere dagegen, meist etwas kleinere, sehen wie eingeschrumpft oder

vertrocknet aus, sind etwas gelblich, von dunkleren und unregelmäßigen Umrissen. Durch Behandlung mit Essigsäure bleiben die Körperchen unverändert, die structurlose Membran dazwischen wird blaß, nicht aufgelöst. An den feineren Gefäßen sieht man die Kerne gewöhnlich nur in einfacher Reihe und zwar in ziemlich regelmäßigen Abständen von 0,004—0,012''', mitunter auch ganz dicht hintereinander (Fig. 7, C), sie liegen streckenweise alternirend an beiden Seiten (a), an anderen Stellen an derselben Seite hintereinander: doch kommen selbst in den feinsten Gefäßen auch an beiden Rändern, einander gerade gegenüber, Zellenkerne vor. An den Theilungsstellen der Capillargefäße findet sich sehr oft ein Zellenkern in dem Winkel, den beide auseinandertretende Röhren bilden. Die ovalen Kerne sind mit ihrem längsten Durchmesser der Längenaxe des Gefäßes parallel, selten etwas schief gegen dieselbe geneigt.

Es darf wohl kaum hinzugefügt werden, daß auch bei dieser Methode der Präparation nirgends an den feinen Gefäßen Poren oder Oeffnungen wahrzunehmen sind.

Nicht leicht erhält sich diese einfache Structur an Gefäßen, deren Durchmesser 0,005''' überschreitet, und deshalb sey schon hier bemerkt, daß in Geweben, deren feinste Röhren ein stärkeres Kaliber haben, Capillargefäße der eben beschriebenen, einfachsten Art überhaupt nicht vorkommen. An Gefäßen von 0,0054''' Durchmesser sah ich schon 3—4 längsovale[1] Kerne in gleicher Höhe nebeneinander im Umfange des Gefäßes; von da an beginnt nun die Bildung neuer Schichten nach zwei Seiten hin. Nach innen von der bisher betrachteten primären Haut tritt eine einfache Lage von Zellenkernen auf, welche durch ihre Blässe und constant runde Form ausgezeichnet sind (Fig. 8. d); sie liegen dichter zusammen als die Kerne der primären Gefäßhaut, obgleich noch durch ansehnliche helle Zwischenräume getrennt, wie die Kerne der einfachsten Epithelien, welchen sie überhaupt gleichen, nur möchte ich nicht behaupten, daß jeder Kern in einer discreten Zelle eingeschlossen sey, vielmehr scheint eine continuirliche dünne Membran der Träger derselben zu seyn. Diese Zellenschicht ist das Epithelium der Gefäße. Von außen lagert sich um die primäre Haut eine Schicht, welche den Gefäßen ein sehr eigenthümliches, nicht leicht zu enträthselndes

[1] Ich werde der Kürze wegen längsoval die Kerne nennen, deren längster Durchmesser der Längenaxe des Gefäßes parallel ist, queroval diejenigen, deren längster Durchmesser die Längenaxe rechtwinkelig schneidet.

Ansehen giebt. Deutlich unterscheidet man nämlich an Gefäßen von 0,007‴ Durchmesser schon die Wand (Fig. 8. b b) von der inneren Höhle (a), und es beträgt der Durchmesser der ersteren ungefähr ¼—⅕ des Lumens des Gefäßes. Die Wand, die man wie im Longitudinaldurchschnitte sieht, hat nach innen einen glatten Contour; die äußeren Contouren sind in der Regel sehr fein gekräuselt und es zeigt sich, daß die Hervorragungen veranlaßt werden von kleinen, sehr dunkeln Körperchen (Fig. 8. g g), die in der Dicke der Wand zu liegen scheinen; sie sind gerade oder nach dem Lumen des Gefäßes zu halbmondförmig gebogen, und etwas länger als breit, im Mittel von 0,0018‴ Länge zu 0,0012‴ Breite. Diese Körperchen sind aber nur die scheinbaren senkrechten Durchschnitte von größeren (Fig. 8. e e), welche in der äußeren Schicht der Gefäßwand eingeschlossen sind, meistens queroval um das Gefäß herumlaufen und an den Gefäßen von dem eben beschriebenen Kaliber selten weniger als den halben Umfang des Gefäßes und selbst mehr einnehmen. Sie haben einige Aehnlichkeit mit den längsovalen Kernen der primären Gefäßhaut, und sind, gleich diesen, so lange sie noch eine gewisse Breite haben, mit Kernkörperchen versehen (Fig. 7, B. f f), welche später schwinden. Die längeren und schmalen querovalen Kerne sind auch dunkler, körniger, oft an beiden Enden zugespitzt oder in kurze, spitze Fortsätze ausgezogen. Sobald die äußere Schicht mit den querovalen Kernen auftritt, erscheinen auch auf der primären Haut statt der ursprünglichen Zellenkerne, und sicherlich durch Umwandlung derselben, Körperchen, welche denen der äußeren Schicht vollkommen gleichen, nur daß ihr längster Durchmesser immer in der Längenaxe des Gefäßes bleibt. Dabei rücken sie einander näher und einzelne krümmen sich halbmondförmig (Taf. III. Fig. 9. d). Gefäße mit den quer- und längsovalen Körperchen zeigen bei mäßiger Vergrößerung eine äußere Lage von Querstreifen und innerhalb derselben eine Lage von Längsstreifen, so daß sie aus zwei Faserlagen, einer kreisförmigen und einer longitudinalen, zusammengesetzt scheinen. Bei genauerer Betrachtung und dem Gebrauche stärkerer Linsen (es ist wenigstens 300fache Vergrößerung nöthig), giebt sich indeß der wahre Grund dieser Streifung zu erkennen.

Von nun an wird der Bau complicirter; er zeigt sich an Röhren, die noch ohne Präparation zur mikroskopischen Untersuchung benutzt werden können, von 0,01—0,20‴ Durchmesser, nicht leicht

deutlich, wenn man nicht die Gefäßwände durch Behandlung mit Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zuweilen wird es nöthig, die Schichten auch im möglichst isolirten Zustande, und in ihre Elemente zerlegt, aus kleineren und größeren Gefäßen zu vergleichen. Folgendes ist eine Zusammenstellung der Thatsachen, welche mittelst dieser verschiedenen Methoden aufgefunden wurden. Ich abstrahire dabei von den Unterschieden zwischen Arterien und Venen, und von den nicht geringen Variationen, die im Verhalten desselben Gefäßes in verschiedenen Subjecten und der Gefäße von gleichem Kaliber in demselben Subjecte vorkommen, und will gleichsam das Ideal eines Blutgefäßes aufstellen, mit dem Bemerken jedoch, daß solche Ideale allerdings in der Wirklichkeit gefunden werden. Es sind aber die stärksten Gefäße nicht gerade die vollkommensten.

An dem vollkommensten Gefäße muß man sechs differente Häute oder Lagen unterscheiden, die meisten derselben können aber durch Vervielfältigung mehr oder minder mächtige Schichten bilden.

Die erste oder innerste Lage ist das Pflasterepithelium, von welchem bereits die Rede war; an den feinsten Gefäßen nimmt es sich aus wie eine einfache, körnige Haut, in welcher die Zellenkerne nur in einer gewissen Ordnung abgelagert sind. Häufig hat es ganz denselben Bau, wie das Epithelium seröser Häute, in anderen Fällen sind die Kerne oval, die Zellen äußerst blaß und so platt, daß sie auf der Kante stehend nur wie dünne, in der Mitte, der Gegend des Kernes, etwas angeschwollene Fäden erscheinen (Taf. I. Fig. 2). Auf dem Rande der gefalteten und comprimirten Gefäßhaut ist das Epithelium bei starker Vergrößerung kaum als besondere Schicht zu unterscheiden; am besten beobachtet man es auf dem freien Rande ausgeschnittener Venenklappen (Taf. I. Fig. 3). An einer Klappe der V. saphena betrug seine Dicke 0,0015‴. Die Form der einzelnen Plättchen oder Zellen ist ziemlich regelmäßig elliptisch oder verschoben rhombisch; wenn sie wachsen, so verlängern sie sich hauptsächlich in Einer Richtung, nach der Längenaxe des Gefäßes; einzeln stellen sie alsdann platte Fasern dar (Taf. I. Fig. 2. a), welche an der Stelle des Kernes breit und an beiden Enden hin schmal und zugespitzt erscheinen, weil die Enden sich gern so umlegen, daß sie eine der schmalen Kanten nach oben kehren. Die Oberhaut kann fehlen oder vielmehr, nach Resorption der Kerne, sich in die folgende Schicht

In.

Die zweite Lage bildet eine Haut von eigenthümlichem Gewebe, welche ich gestreifte oder gefensterte Gefäßhaut nennen will. Es ist eine äußerst feine, wasserhelle, ziemlich steife und brüchige Membran, welche das Charakteristische hat, daß sie, in größeren Lappen abgetrennt, sich vom oberen und unteren Rande aus einrollt (Taf. III. Fig. 11). Mehr noch zeichnet sie sich aus durch feine und dicht gedrängte Streifen, welche im Ganzen der Länge nach nur selten, und wenn mehrere Schichten dieser Haut vorkommen, der Quere nach laufen, sich vielfach verästeln und mittelst der Aeste, welche unter spitzen Winkeln abgehen, untereinander anastomosiren. Die Streifen sind mitunter äußerst blaß und nur sehr schwer zu sehen, werden aber auch dunkler und bestimmter und rühren von Fasern her, welche der einen Wand der Membran (ich konnte nicht entdecken, ob der inneren oder äußeren) fest und unzertrennlich aufliegen, wie man sieht, wenn sich zufällig der freie Rand nach oben und dem Auge zukehrt. Man bemerkt alsdann zugleich, daß die Fasern platt sind, nicht über 0,0006''' dick und wenig breiter, und daß die Membran selbst so ziemlich dieselbe Dicke hat, wie die Fasern. Zerstreut zwischen den Fasern befinden sich größere und kleinere, meist runde, doch auch mitunter ganz unregelmäßig breite, wie gerissene Löcher (Fig. 11. a. b. c), die deutlich als solche erkannt werden, wenn sie an den Rand zu liegen kommen, von wo die Lamelle sich einrollt (b. c). Diese Löcher und die Fasern sind schuld, daß die Bruchstücke der gestreiften Gefäßhaut an den Rändern meist sehr unregelmäßig ausgezackt, ausgeschnitten, oder wie vom Rande aus eingerissen erscheinen. Es ist immer ein besonderer Glücksfall, wenn diese Membran sich in größeren Stücken kenntlich darstellt; sie spaltet sich nur der Länge nach, bei ihrer Zartheit und Brüchigkeit aber ist es nicht leicht möglich sie isolirt abzuziehen, und an Gefäßen, wo sie nur in einfacher Schicht vorkommt, mißlingt deshalb jeder Versuch, eine innerste Haut in Längsstreifen abzulösen. Hier zeigt sie sich nur, wenn man von innen möglichst feine Streifen der kreisförmigen, sogenannten mittleren Haut der Quere nach abzieht und diese noch, so weit es geht, in feinere Querfasern theilt. Die gestreifte Haut bleibt alsdann auf der inneren Fläche dieser Fasern sitzen und überragt dieselben mitunter an dem einen oder anderen Rande. Durch Behandlung mit Essigsäure wird sie deutlicher, da diese die mittlere Haut durchsichtig macht, ohne die gestreifte anzugreifen. In anderen

Fällen kommt die gestreifte Gefäßhaut in zahlreicheren Schichten vor, welche zusammen ein Häutchen bilden, das sich bei der Contraction der Gefäße nach dem Tode in feine Längsfalten legt, die schon mit bloßem Auge als weiße Streifen sichtbar sind. Es läßt sich mit der Pincette aufheben und der Länge nach abstreifen. Dann aber sind die einzelnen Lamellen so untereinander verklebt, daß ihre Grundform ganz unkenntlich ist und man nur ein netzförmiges Gewebe äußerst feiner Fasern vor sich zu haben glaubt, an welchem eben noch ein im Allgemeinen longitudinaler Verlauf der anastomosirenden Fasern bemerkbar ist. In der That scheint es, als wenn nach außen hin die eigentliche membranöse Grundlage verloren ginge, etwa durch Resorption, und als wenn die anfangs gefensterte Membran in einzelne Fasern zerfiele (Taf. III. Fig. 12). Der Proceß dieser Faserbildung ist also der, daß eine Zellenlage (Epithelium) nach Resorption der Kerne in eine homogene Membran übergeht, daß auf dieser, wahrscheinlich durch Anlegen feiner Körnchen, sich Fasern bilden, indeß die Membran selbst durchbrochen, und endlich ganz aufgelöst wird. Einzelne Stücke der gestreiften Gefäßhaut findet man auch zwischen den Schichten der folgenden Membranen; ich werde darauf später zurückkommen.

Die dritte Lage ist charakterisirt durch stärkere Längsstreifen, welche aus den längsovalen Kernen der primären Gefäßhaut hervorgehen. Sie ist vielleicht nur eine weitere Entwickelung dieser Haut, wenn man nicht annehmen will, daß sie auf deren äußerer oder innerer Fläche ursprünglich entstehe und daß alsdann die primäre Gefäßhaut verschwinde. Zuweilen gehen die Zellen des Epitheliums in die Fasern dieser Haut unmittelbar über und alsdann fehlt die gestreifte Gefäßhaut. Diese dritte Lage ist in der Regel einfach, in stärkeren, namentlich venösen Gefäßen kann sie aber durch Vervielfältigung der Schichten ziemlich mächtig werden. Sie mag Längsfaserhaut genannt werden. An kleineren Gefäßen, von etwa 0,01‴ Durchmesser, ist diese Lage nicht wohl zu isoliren, man sieht nur, daß, umschlossen von der kreisförmigen Schicht, dunkle Linien in regelmäßigen Abständen voneinander der Länge nach verlaufen, und daß diese Linien, häufig abgesetzt und unterbrochen, mitunter deutlich aus den verlängerten längsovalen Kernen zusammengesetzt werden. Sie sind noch körnig, haben eine ziemliche Breite und auch wohl einen geschlängelten Verlauf, wenn die einzelnen Stücke, die der Länge nach aneinander gereiht sind,

geschlängelt oder halbmondförmig gebogen liegen und die Concavitäten der halbmondförmigen Biegungen abwechselnd nach rechts und links sehen. Die Aehnlichkeit dieser Streifen und ihrer Entstehungsweise mit den Kernfasern des Bindegewebes (Taf. II. Fig. 6. b) und den dunkeln Längsfasern der Haare (Taf. I. Fig. 16. d) ist nicht zu verkennen. Daß eine eigenthümliche Membran die Räume zwischen den parallelen Streifen ausfülle, läßt sich hier nur vermuthen.

Bei Gefäßen von etwas stärkerem Kaliber ist sie nicht mehr zweifelhaft. Denn durch eine einigermaßen unzarte Behandlung des Präparates wird die Längsfaserhaut zerrissen, und zieht sich sogleich nach beiden Seiten zurück (Taf. III. Fig. 10. a a); seltener überragt sie die kreisförmige Schicht an dem Schnittrande. In diesen Fällen wird der quer durchrissene Rand der Haut, welche Träger der Längsstreifen ist, zwischen den Enden der Längsstreifen sichtbar. Schneidet man nunmehr eine große Vene auf, und zieht, wenn es möglich ist, die feinste innerste Schicht der Länge nach ab, so erhält man (natürlich mit Bruchstücken des Epitheliums und der gefensterten Haut, wenn sie vorhanden sind) eine blasse und körnige Membran, welche durch dunkle, der Länge nach laufende Streifen in platte, der Länge nach nebeneinander liegende Fasern geschieden scheint und sich am Rande der Streifen auch in Fasern spaltet. Sie hat, wie die gefensterte Haut, die Neigung, sich der Länge nach einzurollen. Die Entfernung dieser Streifen von einander und demnach die Breite der platten Fasern, an deren Rande sie herabzulaufen scheinen, betrug an einem Gefäße von 0,4‴ Durchmesser 0,005‴, an der Vena brachialis 0,005—0,006‴; die Dicke der dunkeln Streifen oder Fasern schon nicht mehr als 0,0009‴. In stärkeren Gefäßen fangen diese an, wenn sie isolirt sind, oder ein Stück über die Membran hervorragen, sich rankenförmig zu krümmen, gleich den elastischen Fasern, sie werden denselben noch ähnlicher, indem sie sich durch Seitenäste verbinden, welche entweder unter spitzen Winkeln abgehen und ein Netz von rhomboidalen Maschen darstellen, oder auch in querer Richtung verlaufen und sich ferner in Aeste spalten, so daß die ursprüngliche Längsstreifung nur wenig mehr zu erkennen ist. Immer aber sind die Maschen des Netzes viel weiter, als in den eigentlichen elastischen Geweben, und die Fasern selbst blasser, als die des Ligamentum nuchae und der elastischen Arterienhaut. Gleich den elastischen bleiben auch diese dunkeln Fasern in Essigsäure unverändert, während die Substanz

deutlich, wenn man nicht die Gefäßwände durch Behandlung mit Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zuweilen wird es nöthig, die Schichten auch im möglichst isolirten Zustande, und in ihre Elemente zerlegt, aus kleineren und größeren Gefäßen zu vergleichen. Folgendes ist eine Zusammenstellung der Thatsachen, welche mittelst dieser verschiedenen Methoden aufgefunden wurden. Ich abstrahire dabei von den Unterschieden zwischen Arterien und Venen, und von den nicht geringen Variationen, die im Verhalten desselben Gefäßes in verschiedenen Subjecten und der Gefäße von gleichem Kaliber in demselben Subjecte vorkommen, und will gleichsam das Ideal eines Blutgefäßes aufstellen, mit dem Bemerken jedoch, daß solche Ideale allerdings in der Wirklichkeit gefunden werden. Es sind aber die stärksten Gefäße nicht gerade die vollkommensten.

An dem vollkommensten Gefäße muß man sechs differente Häute oder Lagen unterscheiden, die meisten derselben können aber durch Vervielfältigung mehr oder minder mächtige Schichten bilden.

Die erste oder innerste Lage ist das Pflasterepithelium, von welchem bereits die Rede war; an den feinsten Gefäßen nimmt es sich aus wie eine einfache, körnige Haut, in welcher die Zellenkerne nur in einer gewissen Ordnung abgelagert sind. Häufig hat es ganz denselben Bau, wie das Epithelium seröser Häute, in anderen Fällen sind die Kerne oval, die Zellen äußerst blaß und so platt, daß sie auf der Kante stehend nur wie dünne, in der Mitte, der Gegend des Kernes, etwas angeschwollene Fäden erscheinen (Taf. I. Fig. 2). Auf dem Rande der gefalteten und comprimirten Gefäßhaut ist das Epithelium bei starker Vergrößerung kaum als besondere Schicht zu unterscheiden; am besten beobachtet man es auf dem freien Rande ausgeschnittener Venenklappen (Taf. I. Fig. 3). An einer Klappe der V. saphena betrug seine Dicke 0,0015‴. Die Form der einzelnen Plättchen oder Zellen ist ziemlich regelmäßig elliptisch oder verschoben rhombisch; wenn sie wachsen, so verlängern sie sich hauptsächlich in Einer Richtung, nach der Längenaxe des Gefäßes; einzeln stellen sie alsdann platte Fasern dar (Taf. I. Fig. 2. a), welche an der Stelle des Kernes breit und an beiden Enden hin schmal und zugespitzt erscheinen, weil die Enden sich gern so umlegen, daß sie eine der [illegible] Kanten nach oben kehren. Die Oberhaut kann f[illegible] mehr, nach Resorption der Kerne, sich in [illegible] umwandeln.

größeren Gefäßen mehrere der dunkeln Streifen, der Länge nach aneinander gereiht, ohne einander mit ihren Spitzen zu erreichen; wo auf diese Art in einer Querlinie eine Lücke bleibt, liegt in der nächstfolgenden oberen und unteren ein Streifen, nach folgendem Schema: ________. Die Entfernung der Querlinien von einander beträgt 0,0027 — 0,0039'''. Diese Breite müßten auch die Fasern haben, wenn die membranöse Grundlage, welcher die Streifen angehören, sich denselben entsprechend in Fasern theilt, an deren Rande oder in deren Mitte die Streifen sich befinden. Daß dem so sey, wird schon an den feineren Gefäßen wahrnehmbar, denn wenn diese zerreißen und man den freien Rand der Querfaserhaut aufmerksam betrachtet, so sieht man längs desselben eine blasse, körnige Substanz die Querstreifen überragen und mit einer gewissen Regelmäßigkeit den Contour derselben wiederholen.

Ueber die fernere Entwickelung giebt die Untersuchung größerer Arterien Aufschluß. Zieht man, nachdem die inneren Schichten entfernt sind, von der sogenannten mittleren Haut feine Streifen der Quere nach ab und spaltet diese der Quere nach weiter (Taf. III. Fig. 14), so zeigen sich, besonders am Rande des Präparates, platte, sehr helle und körnige Fasern von 0,0024 — 0,0036''' Breite, welche leicht in kleinere Bruchstücke bis zu 0,020''' Länge zerfallen und dann an den Enden bald abgerundet (f), bald zugespitzt (e), bald quer abgestutzt (a c d g) erscheinen. Einige derselben sind ganz gleichartig, an wenigen bemerkt man einen Zellenkern (c). Die Mehrzahl ist entweder mit einem continuirlichen, feinen dunkeln Striche (f g) oder mit einer Reihe von dunkeln Pünktchen (a b) oder endlich nur mit einzelnen Pünktchen gezeichnet (e). Die dunkeln Striche und die Pünktchenreihe kommen, eins als Fortsetzung des anderen, auf derselben Faser vor. Sie laufen bald über die Mitte der Faser hin, bald, jedoch seltener, längs dem Rande derselben. Es ist nicht zweifelhaft, daß diese Striche aus den ursprünglichen querovalen Kernen hervorgehen, und daraus ergiebt sich auch der Entwickelungsgang der Ringfaserhaut mit Evidenz. In der anfänglich gleichartigen Schicht entstehen Zellenkerne, diese verlängern und verfeinern sich und können resorbirt werden, so daß anfangs noch einzelne Pünktchen übrig bleiben. Jeder Kern eignet sich gewissermaßen den nächsten Bereich der homogenen Schicht zu, so daß diese in einzelne, den Kernen entsprechende Plättchen zerfällt. Es unterbleibt aber in der Regel die Trennung der in demselben Kreisbogen

der Länge nach aneinander gereihten Plättchen oder es beginnt wieder eine Verschmelzung, denn in der Regel erhält man bei der Zerlegung der Ringfaserhaut längere einander parallele, gerade Fasern, die nur selten stellenweise eingeschnürt, wie aus einzelnen Stücken gebildet scheinen. Nach Purkinje und Räuschel[1] kann man sie öfters als spiralförmig verlaufende Bänder abziehen, wenn man eine größere Arterie in Holzessig digerirt, dann getrocknet und in Wasser wieder aufgeweicht hat. Die der Aorta entstehen am Herzen aus einer sehnigen Substanz, welche in Gestalt von drei, gegen das Herz converen Bogen zwischen diesem und dem Anfange der Aorta sich befindet. Sie gehen theils als Querfasern zwischen den Concavitäten der Bogen, theils entwickeln sie sich als Längsfasern von sehnigen Knötchen, welche an den drei Vereinigungspunkten der Bogen liegen, treten aber sogleich wie Palmblätter auseinander, kreuzen einander und gehen so in eine quere Richtung über[2]. Die beschriebenen Fasern besitzen einige Elasticität, reißen aber bei einigermaßen starker Ausdehnung und sehen dann an den Bruchenden wie abgeschnitten aus.

Bei diesen Fasern, die man mit Recht als die eigenthümlichen Fasern der mittleren Arterienhaut bezeichnen kann, gehört eine gabelförmige Theilung zu den sehr seltenen Ausnahmen, kommt aber doch unzweifelhaft vor. In dem Systeme der Streifen dagegen, welche aus den querovalen Kernen selbst hervorgegangen sind, tritt eine Verbindung nicht blos der Länge nach ein, sondern sie setzen sich auch durch quere und schiefe Aeste miteinander in Verbindung (h k) und stellen ein, den elastischen Fasernetzen ähnliches Strickwerk dar, nur viel feiner als das der Längsfaserhaut, und feiner und weitläufiger als das der eigentlichen elastischen Gewebe, wie man leicht sieht, wenn man mit Essigsäure die eigentlichen Fasern der mittleren Arterienhaut auflöst und die dunkeln Fasern isolirt darstellt (Taf. III. Fig. 15). Schon in den feineren Gefäßen liegen oft die querovalen Kerne so gegeneinander geneigt, daß sie die Bildung eines Netzwerkes vorzubereiten scheinen. Diese dunkeln Fasern sind also nicht die wesentlichen Elemente der Ringfaserhaut der Arterien, von welcher sie nur den kleinsten Theil ausmachen; sie verhalten sich vielmehr zu den eigenthümlichen Fasern derselben ebenso,

1 Räuschel, Art. et ven. struct. p. 14.

2 ebendas. p. 9.

wie die Kernfasern des Bindegewebes zu den Bindegewebebündeln, sie werden zuweilen ebenso selbstständig, lösen sich ab und rollen sich dann rankenförmig ein (Fig. 14 h l). Dieses Resultat erhält durch die Bildung der entsprechenden Membran in größeren Venen eine bedeutende Stütze. Hier besteht nämlich die Ringfaserhaut meistens aus ächten Bindegewebebündeln, welche sogleich auf der äußeren Fläche der Längsfaserhaut ihren Anfang nehmen. Aber ich habe auch Fälle gesehen, wo der Längsfaserhaut zunächst Schichten derselben blassen, granulirten und mit dunkeln Strichen bezeichneten Fasern folgten, wie in der mittleren Arterienhaut, wo erst weiter nach außen hin die Fasern sich, gleich Bindegewebebündeln, zu kräuseln begannen, und endlich auch die Spaltung in Fibrillen in denselben deutlich wurde. Die dunkeln Fasern bildeten auf diesem Bindegewebe dasselbe Netzwerk, wie auf den eigenthümlichen Arterienfasern, und gingen nach außen ebenfalls in die langen, unverästelten Kernfasern des Bindegewebes über. Ich darf indeß ein Factum nicht verschweigen, welches ich mit der Annahme, daß die dunkeln Streifen und Fasern den Kernfasern des Bindegewebes entsprechen, nicht zu vereinigen weiß. Unter einer verhältnißmäßig sehr großen Zahl der querovalen Kerne traf ich zwei oder drei von der Form, wie etwa Fig. 9. e, welche aber noch einen Kern mit Kernkörperchen einschlossen. Möglich, daß dies eine eigenthümliche Bildungsabweichung ist, wo sich ein Kern um einen anderen erzeugte, oder nur eine Täuschung, hervorgebracht dadurch, daß die von dem Kerne ausgehende Verlängerung plötzlich und scharf gegen den ursprünglichen Kern absetzte. Jedenfalls gehört es zu den seltenen Ausnahmen.

Essigsäure löst in feinen Gefäßen die Ringfaserhaut auf, so daß die querovalen Kerne in Masse frei herumschwimmen; die eigenthümlichen Fasern der mittleren Arterienhaut werden von Essigsäure blaß, durchsichtig, doch nicht aufgelöst, die dunkeln Streifen und Pünktchen erhalten sich unverändert. Essigsäure ist daher ein gutes Mittel, um dieselben im Zusammenhange darzustellen.

In seltenen Fällen kräuseln sich die eigenthümlichen Fasern der mittleren Arterienhaut, wie Bindegewebebündel.

Eigenthümliches Bindegewebe kommt aber in der Ringfaserhaut der Arterien nicht vor, auch nicht zur Verbindung der einzelnen Schichten derselben, wie häufig behauptet wird. Dagegen habe ich zuweilen, wie erwähnt, Bruchstücke der gestreiften Gefäß-

haut selbst noch in den äußeren Lagen der Ringfaserhaut angetroffen. Räuschel[1] sah auf allen feinen Durchschnitten der Aorta die Lagen der eigenthümlichen Fasern mittelst durchsichtiger, feiner Scheidewände getrennt, die also in allen Richtungen die eigenthümlichen Fasern durchziehen müßten. Wurde an einer Arterie, nachdem sie mit Holzessig behandelt und in Wasser wieder erweicht war, die mittlere Haut abgezogen, so trennte sie sich leicht in Schichten, die nicht durch Fasern, sondern durch eine weiße, faserlose, durchsichtige Substanz getrennt waren. Stücke derselben hingen zuweilen den Querfasern an. Ich zweifle nicht, daß, was Räuschel hier gesehen, Partikeln der gestreiften Haut waren, von welcher man demnach behaupten darf, daß sie nicht nur den inneren Ueberzug der Ringfaserhaut bildet, sondern auch einzelne Lagen derselben von einander trennt. Räuschel zählte in der Aorta 44, in der Karotis 28, in der Art. axillaris 15 durch solche Scheidewände getrennte Lagen, in den anderen Arterien sollen dieselben fehlen. Nach außen werden die Bruchstücke der gestreiften Haut seltener.

Eine fünfte, von den bisher beschriebenen durchaus verschiedene Lage kommt als zusammenhängende Membran nur in Arterien von größerem Kaliber vor. Es ist eine Haut von wahrem elastischem Gewebe. Alle Fasern, welche von einer geöffneten und ausgespannten Arterie, von innen anfangend, der Quere nach abgezogen werden können, behalten die Charaktere der eben beschriebenen Ringfaserhaut. Endlich aber kommt man auf eine weiße Membran, die sich weder der Quere, noch der Länge nach in Fasern reißen läßt, sondern immer nur in kleinen Fetzen dem Zuge der Pincette folgt. Diese Membran hat die Festigkeit des elastischen Gewebes, während die Ringfaserhaut zart und brüchig ist; jene behält, mit Essigsäure behandelt, vollkommen ihre weiße Farbe, während diese durchsichtig wird; jene hat auch, obwohl sie dünner ist, doch eine viel bedeutendere Elasticität als die Ringfaserhaut; jene endlich besitzt die mikroskopischen Eigenschaften des elastischen Gewebes in ausgezeichnetem Grade, sie besteht aus nichts als vielfach verästelten, oft zu netzförmig durchbrochenen Membranen verbundenen, starken und dunkeln Fasern (Taf. II. Fig. 11.). In den Venen sind einzelne elastische, den stärkeren Kernfasern verwandte Fasern gewöhnlich nur der folgenden Schicht beigemischt; doch schienen sie zuweilen an größeren Venen,

[1] a. a. O. p. 11.

z. B. der Vena cava inf. des Ochsen, ebenfalls eine Membran zu bilden [1].

Die sechste Lage endlich, welche man als Bindegewebehaut, Zellhaut, Tunica adventitia bezeichnen kann, geht an größeren Gefäßen, welche durch Bindegewebe verlaufen, in das formlose Bindegewebe unmerklich über. Um so bestimmter zeichnet sie sich an den feineren Gefäßen aus, die man ganz unter das Mikroskop bringen kann (Taf. III. Fig. 9. c), ohne indeß durchaus constant zu seyn. Ihre Fasern, denen des gewöhnlichen Bindegewebes vollkommen ähnlich, verlaufen immer der Länge nach, geschlängelt, und sind schon an den Rändern von Gefäßen, die nicht über 0,01 Durchmesser haben, leicht zu trennen. Sie umgeben hier unmittelbar die Ringfaserhaut und bleiben, wenn diese durchschnitten ist und sich nebst den tieferen Schichten zurückgezogen hat, als eine immer noch ziemlich feste Röhre übrig. Durch Behandlung mit Essigsäure werden die Fasern derselben durchsichtig und es werden längsovale, oft in kurze Fasern übergehende Zellenkerne sichtbar (Fig. 9. g g), welche alle Formen zeigen, die wir an den Kernen kennen gelernt haben, aus welchen sich die Kernfasern des Bindegewebes entwickeln. Die Zahl dieser Kerne ist in der Regel nicht bedeutend, doch kommen sie zuweilen, namentlich in kleinen Venen, auch in größerer Menge vor.

Die Bindegewebeschicht größerer Gefäße ist mit feinen Kernfasern, wie das gewöhnliche, formlose Bindegewebe versehen. Auch in ihr haben die Bündel einen longitudinalen Verlauf, der in den Venen allmählig in den ringförmigen übergeht.

Es ist noch übrig, die Eigenthümlichkeiten im Baue der einzelnen Partien des Gefäßsystemes anzugeben und die Arterien, die Venen und das Herz besonders zu betrachten.

An Gefäßen bis zu 0,1—0,02‴ Durchmesser konnte ich keine constanten Verschiedenheiten auffinden, wonach eine Unterscheidung derselben in arterielle und venöse möglich wäre. Zwar kamen einzelne dünnhäutige vor, an welchen namentlich die Ringfaserhaut im Verhältniß zu der äußeren Tunica adventitia sehr dünn war, andere, an welchen sie ganz zu fehlen schien, so daß auf die Schicht der längsovalen Kerne der Bindegewebehaut sogleich die dichtgedrängten, großen und runden Kerne des Epitheliums folgten, und dage-

1 Eulenberg, De tela elast. p. 5.

gen wieder Gefäße, in welchen die Bindegewebehaut im Verhältniß zur Ringfaserhaut sehr unbedeutend war oder fehlte; in der bei weitem größten Zahl war aber die relative Dicke der einzelnen Lagen ziemlich constant und aus einem Gefäß, welches den angegebenen Charakteren nach etwa für eine Vene gehalten werden konnte, gingen Aeste hervor mit überwiegender Entwickelung der Ringfasern. Ich muß daher die erwähnten Verschiedenheiten für zufällige halten. An diesen kleinen Gefäßen sind die Längs- und die Querfaserhaut am constantesten, die gestreifte Haut innerhalb der längsfaserigen ließ sich schon an Gefäßen von 0,2''' durch Zerreißung derselben unter dem Mikroskop nachweisen, die Tunica adventitia fehlt selten, das Epithelium häufig, eine elastische Haut ist nicht vorhanden. Ich theile einige Messungen mit, wonach man sich von dem Verhältniß der Dicke der Häute zu einander und zum Lumen des Gefäßes eine Vorstellung machen kann. An einem Gefäß von 0,058''' Durchmesser betrug die Dicke der Zellhaut 0,007''', die der Ringfaserhaut 0,012''', der Durchmesser des Lumens, berechnet und gemessen, 0,020'''. Die Dicke der Längsfaserhaut mit den folgenden Schichten kann dabei, als unmeßbar, vernachlässigt werden. An einem anderen von 0,153''' Lumen maß die Zellhaut 0,005''', die Ringfaserhaut 0,086'''; ein Seitenast desselben von 0,0104''' Durchmesser hatte eine Zellhaut von ebenfalls 0,005'''. An einem wahrscheinlich venösen Gefäß von 0,215''' Durchmesser hatte die Ringfaserhaut nur 0,018, die Zellhaut 0,006'''. In dem Maße, wie das Kaliber der Gefäße zunimmt, treten aber die Unterschiede zwischen arteriellen und venösen Röhren deutlicher hervor.

Was die Arterien auf den ersten Blick auszeichnet, ist die bedeutende Stärke der Ringfaserhaut und die elastische Haut. Jener verdanken sie die gelblichweiße oder grauweiße Farbe und die Eigenschaft, im entleerten Zustande nicht zusammenzufallen, von dieser rührt wenigstens hauptsächlich ihre Elasticität her, welche so groß ist, daß z. B. die Aorta des Schweines, um $^2/_3$ ausgedehnt, sich wieder auf ihre frühere Länge zurückzieht. Schwann giebt an[1], daß die Aorta des Schweines sich bei einem Drucke von 160 Millimeter Quecksilber um $^3/_{11}$ ihrer Länge und $^5/_{14}$ in der Peripherie ausdehnte. Er berechnet daraus, daß ihre Höhle um $^4/_3$ zugenommen hatte und daß die Retractionskraft der Cirkelfasern zur Re-

1 Berl. Encyklop. Art. Gefäße. S. 226.

tractionskraft der Längenfasern bei gleicher Ausdehnung und gleicher Länge sich verhalte wie 51721:11495, daß also die Längenfasern vier bis fünf Mal schwächer seyen, als die Cirkelfasern. An dieser Erscheinung hat die Resistenz der Ringfaserhaut einen größeren Antheil, als die Elasticität der eigentlichen elastischen Haut. In dieser wirkt die Kraft viel stärker in der Längenrichtung der Arterie als nach der Peripherie, wie folgendes einfache Experiment lehrt: Man überlasse ein der Länge nach aufgeschnittenes, quadratförmiges Stück einer Arterie sich selbst, so rollt es sich nach außen um, aber nicht mit den seitlichen Rändern, sondern mit dem oberen und unteren Rande. Beim Puls beträgt nach Poiseuille[1] die Ausdehnung der Karotis des Pferdes etwa $\frac{1}{23}$. Die Längsfaserhaut fehlt den Arterien in der Regel, dagegen kommt die gestreifte oft in zahlreichen Lagen vor, deren Fasern alsdann einander kreuzen können. Ist sie stark genug, um der Länge nach von der Ringfaserhaut abgezogen zu werden, so wird sie von den Anatomen als innerste Arterienhaut dargestellt. Ich glaube indeß, daß eine solche Verdickung immer etwas Krankhaftes ist, da sie bei Thieren niemals und bei dem Menschen auch fast nur in Leichen von älteren Personen vorkommt, wenn gleichzeitig in demselben Gefäße oder doch in anderen eine Ablagerung von Kalkerde zwischen der sogenannten inneren und mittleren Arterienhaut stattfindet. Die mittlere oder elastische Haut der Schriftsteller ist unsere Ringfaserhaut; die eigentlich elastische ist in Verbindung mit dem Bindegewebe, welches sie äußerlich umgiebt, als Tunica externa oder adventitia beschrieben. Die Unterscheidung der mittleren Haut von der elastischen ist in physiologischer und praktischer Beziehung wichtig: physiologisch, weil bei der Verwechselung der Ringfaserhaut mit der elastischen und dem Mangel ringfömiger Bindegewebe- oder Muskelfasern die Contractilität der Arterien eine Unbegreiflichkeit war; in praktischer Hinsicht ist es interessant, daß nach Zerreißung der gebrechlichen inneren und mittleren Haut durch Ligatur oder übermäßige Zerrung außer der Bindegewebehaut noch eine feste, elastische Membran übrig bleibt. Die Dicke der Arterienhäute nimmt von den Aesten gegen die Stämme hin zu, ist aber an den feineren Arterien relativ stärker, als an den größeren. Die Arterien der Schädelhöhle haben verhältnißmäßig die dünnsten Wände. An Gefäßen, die einen Bogen

1 *Magendie, Journ. de physiol. IX, 44.*

machen, wie die Aorta, ist der convexe Theil stärker, an der Aorta abdominalis ist die der Wirbelsäule zugekehrte Wand dünner als die vordere.

Die Ringfaserhaut der Venen ist viel dünner und hat statt der eigenthümlichen granulirten Fasern entweder durchaus oder wenigstens in ihrem größeren, äußerlich gelegenen Theile Bündel von Bindegewebe, welche von den längslaufenden weniger bestimmt geschieden und oft von denselben durchzogen sind. Man kann dies Bindegewebe wohl, nebst dem Bindegewebe der Haut, der Tunica dartos und des Balkengewebes der Corpora cavernosa als contractiles bezeichnen. An den Ursprüngen der Venen aus dem Herzen wird es durch wahres Muskelgewebe ersetzt, welches an der oberen Hohlvene bis zum Schlüsselbeine, an der unteren bis zum Zwerchfelle, an den Lungenvenen bis zur Theilung der Stämme in ihre Aeste verfolgt werden kann [1]. Die geringere Mächtigkeit und die eigenthümliche Structur dieser Bindegewebehaut, die der mittleren und nicht der äußeren der Arterien entspricht, ist schuld, daß die Venen leichter zusammenfallen; auf dem Mangel der elastischen Haut beruht ihre geringere Elasticität. Die Längsfaserhaut wird in den größeren Venen nicht leicht vermißt, daher an denselben eine innerste, der Länge nach faserige Schicht leichter darzustellen ist, als an den Arterien. Was die gestreifte Haut und das Epithelium betrifft, so gilt von den Venen dasselbe, was von den Arterien.

Eine Eigenthümlichkeit mancher Venen beruht in der Anwesenheit der Klappen, einer Art von Taschenventilen, welche mit dem freien, etwas concaven und verdickten Rande nach innen und aufwärts gegen das Herz gerichtet, mittelst des äußeren stark convexen Randes an der inneren Wand der Vene angewachsen sind, sich beim Andrange des Blutes von der Peripherie her an die Wand der Vene anlegen, bei entgegengesetzter Strömung ausgespannt werden und daher den Rückfluß des Blutes hindern oder doch erschweren; was besonders bei der Compression der Venen des Stammes durch die Muskeln von Wichtigkeit ist. Sie beginnen schon in Aesten von weniger als 1‴ Durchmesser und fehlen unter den größeren nur in den Venen der Unterleibseingeweide und in einigen Venen der oberen Körperhälfte, sind dagegen vorzugsweise häufig, wo durch Zusammenziehung der Muskeln die Gefäße leicht gedrückt

1 Räuschel, a. a. O. p. 18.

werden können, wie an den Extremitäten. In kleineren Gefäßen stehen sie einzeln, in stärkeren meist paarweise einander gegenüber, seltener zu drei oder mehr. Das Epithelium der Gefäße setzt sich über die Oberfläche der Klappen fort und wird an ihrem freien Rande leicht als eine helle, mit den charakteristischen Kernen versehene Schicht wahrgenommen. An den größeren Klappen liegen unter dem Epithelium Schichten von Fasern, wie die aus der gestreiften Haut der Gefäße; übrigens bestehen die Klappen nur aus Bindegewebe und zwar aus einem Bindegewebe, welches mit dem der fibrösen Häute die vollkommenste Uebereinstimmung zeigt. Es sind Bündel mit sehr feinen interstitiellen Kernfasern oder den rudimentären, aneinander gereihten Kernen derselben. Die meisten gehen dem Rande parallel und je nach der Stärke der Klappen in einer oder mehreren Schichten, an den größeren Klappen kommen auch Faserlagen vor, welche die querlaufenden kreuzen. Hier ist die mittlere Lage des Bindegewebes lockerer als die oberflächlichen, enthält auch wohl Fett[1], man kann daher die Klappen in zwei Blätter auseinanderlegen. Daß sie aber Duplicaturen der inneren Haut seyen, ist eine eben so unrichtige Vorstellung, als daß von sämmtlichen Gefäßhäuten in den Capillargefäßen nur die innerste übrig bleibe.

Die Maschenräume der Corpora cavernosa, welche nach der oben gegebenen Beschreibung nichts Anderes, als die Lumina der Venen sind, werden von Pflasterepithelium ausgekleidet; dieses überzieht also auch äußerlich die Balken, welche die Maschenräume durchsetzen; auf dasselbe folgt, zugleich als äußere Haut der Venen und als Tunica adventitia der Arterien, die durch die Balken verlaufen, ein longitudinalfaseriges Bindegewebe mit Kernfasern, welche durch ihre Stärke den elastischen sich nähern, weiter nach innen die charakteristische Ringfaserhaut der Arterien in mehr oder minder mächtiger Lage, und innerhalb dieser die Längsfaserhaut.

Das Gewebe, welches an der Bildung der Wände des Herzens den wesentlichsten Antheil hat, wird im folgenden Abschnitte abgehandelt werden. Außer der Muskellage besitzt das Herz eine äußere seröse Membran und eine innere Haut, Endokardium, welche in den Atrien sich oft in größere Lappen abtrennen läßt und mit der inneren Haut der Gefäße, wenn dieselbe verdickt ist, große

1 Valentin, Repert. 1837. S. 243.

Aehnlichkeit hat. Sie besteht der Höhle zunächst aus einem Epithelium, der unmittelbaren Fortsetzung des Epitheliums der Gefäße, darunter folgt eine Schicht der feinsten und verworrensten Fasern, gleich denjenigen, welche in den Gefäßen aus der gestreiften Haut sich bilden, ferner eine Lage bedeutend starker elastischer Fasern, die man fast als eine elastische Haut ansehen kann, und unter diesen ein Bindegewebe, das mit dem interstitiellen Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln des Herzens zusammenhängt. In den Ventrikeln ist das Endokardium im Ganzen feiner, auch die Schicht gestreifter Haut dünner und die starken elastischen Fasern fehlen ganz. Dagegen läßt sich die Bindegewebeschicht als eine zusammenhängende Haut leicht darstellen und abziehen. Die Klappen des Herzens haben denselben Bau wie die Venenklappen, die Atrioventricularklappen werden bekanntlich durch die Ausbreitung der Sehnen der MM. papillares verstärkt.

Die chemischen Untersuchungen der Gefäßhäute beziehen sich hauptsächlich auf die Ringfaserhaut der Arterien, wobei eine Trennung der eigenthümlichen, granulirten Fasern von den aufliegenden dunkeln natürlich nicht versucht wurde. Sie verliert beim Trocknen wenig Wasser, nach Eulenberg[1] 71 Procent, wird dabei dunkel braungelb, selbst schwarz, hart und spröde, nimmt aber im Wasser ihr voriges Ansehen wieder an. Sie fault nicht leicht. In siedendem Wasser schrumpft sie anfangs ein; nach längerem Kochen verwandelt sie sich zum Theil in Leim. Eulenberg erhielt aus 30 Gran trockener mittlerer Arterienhaut, nach dreimaligem Kochen mit frischem Wasser, erst 48 und dann zweimal 36 Stunden lang, 11 Gran trockener, in Wasser löslicher und damit gelatinirender Substanz. In Essigsäure, auch in kochender, schwillt sie auf, ohne sich aufzulösen; concentrirte mineralische Säuren zersetzen sie und verwandeln sie in Brei, verdünnte lösen sie bei Digestionswärme leicht; die Lösung wird weder von Alkali noch von Cyaneisenkalium gefällt; jedoch erhielt Valentin[2] aus der essigsauren Lösung der Arterienhaut durch Cyaneisenkalium ein geringes Präcipitat. Die salz- und schwefelsaure Auflösung wird nach Eulenberg durch Galläpfeltinctur gefällt. Von kaustischem Kali wird sie zu einer unklaren, ungefärbten, durch Säuren nicht fällbaren Flüs-

1 De tela elast. p. 13.

2 Müll. Arch. 1838. S. 199.

sigkeit aufgelöst. Eine gesättigte alkalische Auflösung mit einer gesättigten Auflösung in Säure gemischt, trübt sich und setzt einen Theil des Aufgelösten ab (Berzelius). Die mittlere Arterienhaut unterscheidet sich also in vieler Hinsicht von dem Muskelgewebe, namentlich durch ihre Löslichkeit in Salpetersäure, ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, ferner dadurch, daß sie Leim giebt und daß ihre saure Auflösung durch Kaliumeisencyanid nicht oder nur wenig gefällt wird. Vom Bindegewebe ist sie darin verschieden, daß sie viel schwerer in Leim verwandelt wird, sich in kochender Essigsäure nicht und schwerer in mineralischen Säuren und Aetzkali löst. Auch vom Magensafte wird sie nicht so leicht, wie Binde- und Muskelgewebe aufgelöst, weshalb sie mitunter fast unverändert in den Excrementen angetroffen wird. Eulenberg hat auch die innere, der Länge nach abziehbare Haut der Arterien, also das Epithelium und die Lamelle der gestreiften Haut, chemisch untersucht und mit der Ringfaserhaut übereinstimmend gefunden. Nach dem Trocknen gaben 19 Gran dieser Substanz, 34 Stunden lang gekocht, 2 Gran trockenen Leim.

Die größeren Blutgefäße, von 0,5‴ Durchmesser an, zuweilen auch noch kleinere erhalten ernährende Gefäßzweige, Vasa vasorum. Die Arterien der Gefäße entspringen aus den Zweigen, welche ein Stamm abgiebt, in der Regel wenige Linien von dem Ursprunge eines Zweiges aus dem Stamme entfernt, nie kommen sie unmittelbar aus der Höhle des Gefäßes, an welchem sie sich verbreiten, zuweilen aber aus einer anderen Arterie, z. B. die Gefäße des Aortenbogens aus den Artt. thymicae, bronchiales und oesophageae, die der Art. iliaca communis aus der Art. iliolumbalis und sacralis lateralis u. s. f. Gewöhnlich versorgt dasselbe Stämmchen die Arterie und die daneben liegende Vene, die Vena azygos erhält ihre Arterien aus den Artt. oesophageae, pericardiacae und intercostales. Die venösen Stämmchen öffnen sich gewöhnlich unmittelbar in den Stamm der Vene, aus deren Häuten sie das Blut sammeln; sie laufen unabhängig von den Arterien und begleiten diese nicht, wie es sonst gewöhnlich ist. Die feineren Aeste dieser Gefäße bilden in der Zellhaut der Arterien und Venen ein ziemlich dichtes längsmaschiges Netz. Nach E. Burdach dringen nur wenige aus demselben in die Ringfaserhaut der Arterien, wo sie, den Querfasern parallel, sich weiter verbreiten. E. H. Weber[1] fand

1 Rosenmüller's Anat. S. 51.

gar keine Gefäße in der mittleren Haut. Wahrscheinlich verhalten sich hierin Gefäße von verschiedenem Kaliber verschieden. Die Ringfaserhaut der Venen ist aber reich an Blutgefäßen, daher auch zur Entzündung mehr geneigt. Die innerste Haut ist jedenfalls gefäßlos[1].

Die Gefäße scheinen im gesunden Zustande nicht, und selbst in Entzündung nur sehr wenig empfindlich zu seyn und demnach keine oder nur wenig sensible Nervenfasern zu erhalten; dagegen ist es unzweifelhaft, daß sie vom sympathischen Nervensysteme mit Zweigen versorgt werden, durch welche wahrscheinlich der Tonus derselben vermittelt wird. Es ist bekannt und leicht zu constatiren, daß die Zweige dieses Nerven die Arterien umgeben und, hauptsächlich der Verästelung derselben folgend, mit ihnen zu den Drüsen und den sogenannten absondernden Häuten gelangen, auch einigen Aesten des Rückenmarkssystemes beigemischt werden, mit welchen sie weiterhin peripherisch sich verbreiten. Von dem Herzen weiß man auch, daß Aeste des Sympathicus in die Substanz desselben eintreten. Schwieriger ist es zu ermitteln, ob die letzten Zweige der Nerven, welche die Gefäße umspinnen, den Gefäßwänden selbst angehören. Wahrscheinlich wird dieses, wenn die Nerven sich Strecken weit auf Gefäßen hinziehen und auf diesen feiner werden, besonders wenn die Gefäße zu Organen gehen, die wir sonst durch Spinalnerven hinreichend versorgt wissen und in welchen sie weder Muskelbewegung noch Empfindung zu vermitteln scheinen. In dieser Beziehung dürfen also die Beobachtungen von Wrisberg hier angeführt werden[2], welcher vom N. trigeminus und facialis Aeste zu den Arterien der Stirn und des Gesichtes, und selbst Aestchen des N. Vidianus mit ernährenden Zweigen der Art. Vidiana in das Keilbein eintreten sah; ferner von Ribes[3], welcher Nerven längs der Karotis bis in die Substanz des Gehirnes, Aeste vom Plexus brachialis bis zum untersten Theile der Art. brachialis und deren Zweigen, Aeste vom Lumbartheile des Gangliengeflechtes längs der Art. cruralis bis zur Art. poplitea verfolgte. Rudolphi[4] präparirte Nervenzweige auf der Karotis und Art. vertebralis, die

1 Vgl. Meckel, Anat. I, 154. E. Burdach, Bericht d. anatom. Anstalt in Königsberg. 1835.

2 Commentat. I, 368.

3 Meck. Arch. 1819. S. 442.

4 Berl. Akad. 1814—1815. S. 171.

sich in das Gefäß zu verlieren schienen. Lucae[1] beschreibt sogar die Aeste, welche aus den Gefäßnerven der Art. brachialis in die mittlere Haut eindringen und sich strahlenförmig auf derselben ausbreiten sollen, eine Angabe, die sich wegen der allzudeutlichen Abbildung wenig Glauben erworben hat. Indeß will auch Pappenheim an vielen Arterien die Nerven bis in die mittlere Haut verfolgt haben[2]. Schlemm[3] sah aus dem achten und neunten Ganglion thoracicum der linken Seite Fäden zu der Aorta descendens gehen und sich in den Häuten derselben verlieren. Zweige der Cerebrospinalnerven zu den Arterien der Extremitäten stellte Göring dar[4].

Purkinje entdeckte an den Hirngefäßen beim Schafe und Valentin an diesen und vielen anderen Gefäßen noch feine Nervenzweige[5]. Auch ich habe an kleineren Gefäßen, die man unzerschnitten mit starken Linsen beobachten kann, öfters nach Behandlung mit Essigsäure Bündel feiner Nervenfasern beobachtet. An einem Gefäß aus der Pia mater von 0,215''' Durchmesser stieg ein solches Bündel (von 0,009''' Durchmesser) an der vorderen Wand schief aufwärts, schlug sich um den Rand herum an die hintere Wand und setzte hier seinen Lauf in derselben Richtung fort. Diese spiralförmige Umwindung der Gefäße durch die Nerven habe ich immer nur an kleinen Stücken, aber hier so oft gesehen, daß ich es nicht für eine bloße Zufälligkeit halten kann. Einmal löste sich auch von einem Bündel ein feineres, aus nur 2 bis 3 Fasern bestehend, ab und ging auf dem Gefäße weiter. Auf mikroskopischen Bälkchen aus dem cavernösen Körper des Penis traf ich zuweilen feine Bündel derselben Art von Nervenfasern. Beim Frosche traf ich sogar einmal zwei geschlängelte Nervenfasern, von einem Ganglion ausgehend, auf einem Gefäß von nicht mehr als 0,033''' Durchmesser.

Von den Venen ist es bis jetzt, außer den angeführten Gefäßen des Gehirnes, allein die Vena cava inferior, an welcher Nervenäste nachgewiesen sind. E. H. Weber fand sie beim Pferde

1 Reil's Arch. IX, 551.

2 Gehörorgan. S. 67.

3 Berl. Encycl. Art. Gefäßnerven.

4 De nervis vasa adeuntibus. p. 12.

5 Valentin, Verlauf und Enden d. Nerven. S. 71.

und Rinde, Wutzer beim Menschen[1]. Ob die Gefäße des Nabelstranges und der Placenta Nerven haben, ist noch immer streitig. Nach den neuesten Untersuchungen von Schott[2] lassen sich Nerven auf die Nabelarterien nur etwa 1″ weit über den Nabelring hinaus verfolgen; auf der Nabelvene entziehen sich die meisten Nerven dem Auge noch vor dem Austritte der Vene durch den Nabelring; einer läßt sich gewöhnlich bis zum Nabelringe präpariren.

Physiologie.

Aeltere Physiologen haben die Contractilität der Gefäße viel zu hoch angeschlagen; sie haben der mittleren Arterienhaut, die sie ohne Weiteres als Tunica muscularis bezeichneten, einen wesentlichen Antheil an der Fortbewegung des Blutes zugeschrieben, den Puls für eine rhythmische Contraction dieser Haut und Congestion für eine durch die Arterien activ vermehrte Zuleitung genommen. Unsere Zeit begeht den entgegengesetzten Fehler. Nachdem man sich überzeugt, daß die Kraft des Herzens zur Vermittelung der Circulation allein hinreiche, daß die mittlere Haut der Arterien chemisch und mikroskopisch von dem eigentlichen Muskelgewebe verschieden und dem elastischen Gewebe verwandt sey, nachdem man endlich zu der Einsicht gelangt war, daß eine vermehrte Thätigkeit der Arterien die Congestion, Entzündung und Erection nicht erkläre, so versuchte man den Antheil derselben an den Phänomenen des Kreislaufes auf ihre physikalische Elasticität zu beschränken. Die örtlichen Anhäufungen des Blutes wurden bald von vermehrter Anziehung desselben durch das Parenchym oder durch die Nerven, bald von einem spontanen Zuströmen der Blutkörperchen, bald von einer Expansivkraft der festen Theile abgeleitet, und nur von Wenigen dabei auf die Lebensthätigkeit der Gefäße Rücksicht genommen, die sich allerdings nicht ganz leugnen ließ.

Den Antheil, den die Contractilität des Herzens und der Gefäße an der Circulation nehmen, kann man mit zwei Worten so ausdrücken, daß von dem Herzen hauptsächlich die Blutbewegung, von den Gefäßen die Blutvertheilung abhängig ist. Ein Kreislauf müßte nothwendig stattfinden, wenn die Gefäße nichts als Röhren

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. III, 91.

2 Die Controverse über die Nerven des Nabelstranges. Frkf. 1836.

wären, er würde in den kleinen Gefäßen zu einer continuirlichen Strömung, wenn die Arterien blos elastische Röhren wären; das vom Herzen aus gleichmäßig fortbewegte Blut fließt aber hier schneller, dort langsamer, schlägt in größerer Masse bald diesen, bald jenen Weg ein deshalb, weil das Lumen der Röhren einer lebendigen Veränderung seines Durchmessers fähig ist.

An den größeren Arterienstämmen ist die lebendige Contractilität durch directe Versuche nachgewiesen. Sie ziehen sich bei Verblutungen zusammen in dem Maaße, als der Durchmesser der Blutsäule, welcher sie ausgespannt erhält, sich verringert. Parry[1] giebt an, daß sich bei einem Schafe die entblößte Karotis während der Verblutung von $^{320}/_{400}$″ Peripherie auf $^{160}/_{400}$″ zusammenzog; nach dem Tode, wo die Contraction, nicht aber die Elasticität aufhörte, erhielt sie wieder einen Umfang von $^{231}/_{400}$″, und dies Maaß muß demnach als die normale Weite des Gefäßes angesehen werden, wenn es weder gewaltsam expandirt, noch thätig zusammengezogen ist. Hewson[2] ließ einen Esel todt bluten, die Nierenarterien waren wie Stränge zusammengezogen, nach gewaltsamer Erweiterung blieben sie offen stehen, wie gewöhnlich. Verengung einzelner Arterien von Säugethieren sahen Verschuir[3], Hastings[4] und Jones[5] auf mechanische Reizung, Hunter[6], Fowler[7], Parry[8], Tiedemann[9] und Hastings[10] nach Entblößung der Arterien. Sehr häufig beobachtete man die Zusammenziehung der Arterien bei Fröschen, allerdings auf Reize, die nicht unmittelbar das Gefäß, sondern die Haut trafen. Thomson[11] und Hastings[12]

1 Ueber den arteriösen Puls. S. 40.

2 *Exp. inq. II, 14.*

3 De art. et ven. vi irritab. Exp. 5. 7. 8. 13. 14. 17. 18.

4 Entzbg. d. Schleimh. d. Lungen. S. 28.

5 Proc. d. Natur, Blutungen zu stillen. S. 8.

6 Blut, Entzbg. I, 234.

7 Disp. inaug. de inflammatione s. Hastings a. a. O. S. 21.

8 a. a. O. S. 37.

9 Oppenheim, Experimenta circa vitam arteriarum Mannh. 1822. Exp. 1. 9. 12.

10 a. a. O. S. 29.

11 Entzündung. I, 127.

12 a. a. O. S. 59. 65.

bewirkten Contractionen größerer Arterien in der Schwimmhaut des Frosches durch Befeuchten der Haut mit Salmiakspiritus, Terpenthinöl, Kanthariden, Thomson auch dadurch, daß er die Arterie eine Zeit lang, aber sehr sanft, mit einer Nadelspitze reizte (S. 130), Wedemeyer[1] durch Auflegen von Kochsalz auf das entblößte Mesenterium, Schwann[2] durch Anwendung von Kälte. Thomson konnte durch Salmiakspiritus dasselbe Gefäß in einer Stunde 8—9 Mal zur Zusammenziehung veranlassen. Schwann hat die Contraction gemessen. Als er bei hoher Temperatur der Atmosphäre auf das unter dem Mikroskop ausgebreitete Mesenterium einer Feuerkröte einige Tropfen frisches, kühles Brunnenwasser brachte, bemerkte er, daß sich der Durchmesser einer Arterie, der anfangs 0,0724‴ betrug, binnen 10—15 Minuten allmählig bis auf 0,0276‴ zusammenzog, sich dann eben so allmählig wieder erweiterte und nach einer halben Stunde ziemlich seine frühere Breite wieder wieder erlangte. Durch wiederholtes Aufträufeln von kaltem Wasser ließ sich dasselbe Phänomen mehrmals nacheinander hervorrufen. Solche Verengungen der Arterien können weder aus der verminderten Blutmenge, noch aus der geschwächten Thätigkeit des Herzens erklärt werden; in beiden Fällen müßte der Durchmesser der Gefäße sich im ganzen System in gleichem Verhältniß verkleinern; in den genannten Versuchen aber beschränkte sich die Contraction oft auf eine einzelne Stelle des bloßgelegten Gefäßes; Hastings sah sogar, daß ein Gefäß, welches bei der Entblößung glatt und eben war, nach einiger Zeit höckerig und, gleich der Trachea, stellenweise ringförmig eingeschnürt wurde, und Verschuir machte eine ähnliche Beobachtung. Wäre Blutverlust Ursache der Contraction, so dürfte dieselbe nicht alsbald und nach dem Tode wieder nachlassen, wie in den Versuchen von Verschuir, Thomson, Parry und Schwann, und das Gefäß dürfte sich nicht auf ein geringeres Lumen zusammenziehen, als es selbst nach dem Tode hat, wie in Hunter's Experiment, der die Art. tibialis postica eines Hundes nach der Bloßlegung in kurzer Zeit so zusammengezogen fand, daß bei der Durchschneidung derselben das Blut nur durch die Oeffnung wegsickerte. Versuche, bei welchen die Arterie, noch in Zusammenhang mit dem Herzen, auf Reizung schneller pulsirte,

1 Kreislauf. S. 240.

2 Encycl. Wörterb. Encycl. Art. Gefäße. S. 229.

müssen freilich anders erklärt werden, örtliche Contractionen auf Anwendung ätzender Stoffe und an dem Orte der Reizung beweisen nicht entschieden für die organische Contractilität, weil eine ähnliche Kräuselung auch nach dem Tode durch Wasserentziehung erfolgt: allein das negative Resultat der galvanischen Experimente[1] spricht eben so wenig dagegen, es zeigt nur, daß Galvanismus nicht das geeignete Mittel ist, um die Arterien zu Contractionen zu veranlassen, wie dies auch beim contractilen Bindegewebe der Fall ist. In den kleinen Arterien im Mesenterium des Frosches behauptet übrigens Wedemeyer[2] auch auf Galvanismus Zusammenziehung gesehen zu haben.

Daß kleinere Gefäße, wenn sie durchschnitten worden, nach einiger Zeit zu bluten aufhören, beruht zwar zum Theil auf der Gerinnung des Blutes und auf der eigenthümlichen Elasticität der Arterienhäute, vermöge deren sie sich in ihre Zellscheide zurückziehen, auch wohl etwas einrollen, worauf die Zellscheide zusammenfällt und das Lumen schließt: indessen ist dabei auch die lebendige Contractilität der Gefäße wirksam, wie Verschuir's directe Beobachtungen lehren[3] und man schon daraus sieht, daß Kälte, welche zur Zusammenziehung reizt, auch die Blutung am schnellsten stillt. Die Gefäße der Nabelschnur ziehen sich bei lebenden Kindern nach der Durchschneidung zusammen, bei todten nicht.

Die hier mitgetheilten Experimente sind alle an größeren Arterien angestellt. Wie weit sich die Irritabilität gegen die kleineren Aestchen erstrecke, ist durch directe Beobachtung nicht leicht auszumachen. Denn wenngleich durch eine große Zahl von Beobachtungen feststeht, daß die mikroskopischen Gefäße durchsichtiger Theile durch mechanische, chemische, galvanische Reizung verengt werden können[4], wobei das Blut in der Regel rascher fließt (ich abstrahire

1 Verschuir, a. a. O. Exp. 22. *Nysten, Rech. de physiol. p. 304.* Wedemeyer, Kreislauf. S. 66. J. Müller, Physiol. I, 205.

2 a. a. O. S. 241.

3 a. a. O. p. 22.

4 Sie sind fast alle an der Schwimmhaut von Fröschen angestellt. Viele aber, die man anzuführen pflegt, beziehen sich auf kleinere Arterien oder Venen. Die Verengung der Capillargefäße haben wahrgenommen: Hastings (a. a. O. S. 62) durch Weingeist, Eis, Terpenthinöl, welche Mittel theils auf die natürliche Haut, theils nach vorher künstlich bewirkter Erweiterung der Gefäße angewandt wurden, Koch (Meck. Arch. 1832. S. 12[illegible]

einstweilen von der Erweiterung, die secundär und häufig auch primär erfolgt): so ist dieser Versuch doch zu unrein, um nicht mehreren Erklärungen Raum zu geben. Es kommt dabei, außer den Gefäßen, auch der Zustand des Parenchyms und des Blutes in Betracht. Wenn ein chemisches Agens das Blut leichtflüssiger macht, so wird es schneller strömen und eine blos elastische Röhre, in der es enthalten ist, sich zusammenziehen[1]. Dasselbe würde, wenn zwischen Blut und Parenchym eine gegenseitige Anziehung besteht, vielleicht schon dadurch erfolgen, daß momentan diese Anziehung, durch Aenderung der einen oder anderen concurrirenden Substanz, vermindert würde. Und abgesehen von dieser Erklärung, welche sich allerdings auf eine bloße Hypothese gründet, so ist es unmöglich, die Wirkung eines Reizes auf die kleinsten Gefäße so zu beschränken, daß nicht auch größere mit getroffen würden, und wenn arterielle Stämme sich verengen oder venöse sich erweitern, so wird in beiden Fällen die Blutmenge, die momentan in den Capillargefäßen circulirt, vermindert, die Strömung wird langsamer oder die Gefäße werden enger. Da uns also hier die unmittelbare Beobachtung keinen Aufschluß giebt, so können wir nur auf Umwegen zu einem Urtheil über die Lebenseigenschaften der Capillargefäße gelangen. Wir werden ihnen Contractilität zuschreiben, wenn wir das Gewebe an ihnen erkennen, welches den Arterien die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, verleiht.

Dieselben Umstände machen auch die Entscheidung über das

Aether, Prévost (Fror. Not. Nr. 838) durch Akonit. E. Burbach (Obs. nonn. microscop. p. 9) experimentirte an den Capillargefäßen des Mesenterium von Kaninchen mit Kochsalz. Schnellere Strömung des Blutes, wahrscheinlich in Folge einer Contraction der Gefäße, sah Hastings (S. 66) nach Application von Tinctura opii, Wilson Philip (Erkenntn. u. Cur d. Fieber. III, 36) nach Weingeist. Emmert (Obs. microscop. p. 18) hat im Widerspruche mit den übrigen Beobachtern raschere Strömung des Blutes, aber ohne Verengung des Gefäßes bemerkt, indem nur die Blutkörperchen sich mehr nach der Axe des Gefäßes hinzogen, während die Schicht von Plasma breiter wurde.

1 Es ist aus diesem Grunde nicht gleichgültig, mit welchem Mittel man experimentirt. Stoffe, welche die Gerinnbarkeit des Blutes vermindern, sollten eben so wenig angewandt werden, als solche, welche den Eiweißstoff schon in den Gefäßen coaguliren, wenigstens muß man in diesen Fällen nicht glauben, die Erscheinungen einer wahren Entzündung vor sich zu haben. Der Mangel an Uebereinstimmung in den Versuchen, welche zur Aufhellung des Entzündungsprocesses unternommen worden sind, erklärt sich zum Theil schon hieraus.

Contractionsvermögen der Venen schwieriger. Nichts ist leichter zu bestätigen, als daß die oberflächlichen Venen durch Application von Kälte einsinken, allein daran kann eine verminderte Zuleitung von Blut durch Verengung der Arterien oder Capillargefäße schuld seyn. Indeß haben wir auch directe, wenngleich nicht so zahlreiche Experimente über das Verhalten größerer Venen gegen unmittelbar auf dieselben angebrachte Reize, von Verschuir[1], Hastings[2], Marx[3] und Bruns[4]. Verschuir brachte die Jugularvene durch Berühren mit dem Finger, durch Reinigen mit der Pincette zur Zusammenziehung, Hastings tropfte Terpenthinöl auf eine große Vene in der Schwimmhaut des Frosches; sie fing nach 10 Minuten an, sich zusammenzuziehen, worauf das rückfließende Blut größtentheils seinen Weg durch anastomosirende Aeste nahm; nach etwas mehr als ½ Stunde hörte die Zusammenziehung plötzlich auf. Derselbe bemerkte Zusammenziehung in einer bloßgelegten Vene des Ohres eines Kaninchens auf Reizung mit dem Scalpell 10 Mal in einer allerdings viel größeren Zahl von Versuchen. Marx entblößte verschiedene Venen bei Hunden, worauf theils von selbst, theils durch Anwendung von Kälte und Schwefelsäure Contractionen erfolgten. Er bemerkt ausdrücklich, daß die gereizten Gefäße oft noch während des Lebens, häufiger im Tode ihren früheren Umfang wieder annahmen. Tiedemann[5] versichert, daß bloßgelegte Venen sich immer, so weit sie der Luft ausgesetzt sind, zusammenziehen. Bruns[6] hat eine ringförmige Einschnürung der Vena jugularis an Hunden häufig beobachtet.

Zwar wendet E. H. Weber[7] ein, daß er Venen durch Berührung mit der Luft so lange nach dem Tode sich zusammenziehen gesehen habe, daß er die Contraction nicht für Wirkung einer Lebenskraft halten könne. Dagegen muß ich erinnern, daß über die Zeit, bis zu welcher das Leben noch in einzelnen Theilen sich erhält, nichts ausgemacht ist. Ich sah bei Kaninchen, volle

1 a. a. O. Exp. 10. 17. 18.

2 a. a. O. S. 60. 71.

3 Diatribe de structura et vita venarum. p. 71 sq.

4 Allg. Anat. S. 93.

5 Vers. über die Wege. S. 33.

6 Allg. Anat. S. 93.

7 Hildebrandt's Anat. III, 93.

fünf Stunden nach dem Tode den Darm bei Eröffnung der Bauchhöhle sich zusammenziehen. Die Bewegung der Flimmerorgane dauert bekanntlich noch viel längere Zeit. An den Venen im Mesenterium der Feuerkröte konnte Schwann durch Kälte keine auffallende Contraction hervorbringen [1]. Ich muß mich, nachdem ich denselben Versuch häufig angestellt, eben so vorsichtig darüber ausdrücken, wie Schwann; es ist viel schwerer, als man glauben möchte, dabei zu einem entscheidenden Resultate zu kommen. — An den Hohl- und Lungenvenen, welche muskulöse Wände haben, ist die Irritabilität nicht zweifelhaft [2], und Müller [3] und Allison [4] beobachteten selbst bei warmblütigen Thieren spontane rhythmische Contractionen, wie am Herzen.

Welcher von ihren Häuten die Arterien ihre Irritabilität verdanken, kann nicht fraglich seyn. Die geringe Verkürzung, wenn eine solche durch lebendige Contraction zu Stande kommt, mag durch die Längsfaserhaut oder durch die Zellscheide bewirkt werden, die Verengung kann nur von Cirkelfasern herrühren und solche besitzt allein die Ringfaserhaut. Zwar möchte es von der elastischen Haut schwer auszumachen seyn, ob in dem Netze ihrer vielfach anastomosirenden Fasern die transversale oder die longitudinale Richtung überwiegt, der oben erzählte Versuch entscheidet indeß für die letztere. Dazu kommt noch, daß die elastische Haut mikroskopisch mit Geweben übereinstimmt, welche entschieden nicht contractil sind, während die Ringfaserhaut sich durch ihren Bau einerseits an das Bindegewebe, andrerseits, wie sich zeigen wird, an das Gewebe der animalischen Muskeln anschließt, deren Contractilität unbestritten ist. Je gewisser aber die Fähigkeit größerer Gefäße, sich zu contrahiren, in ihrer Ringfaserhaut beruht, um so zuversichtlicher dürfen wir dies Vermögen auch den kleinen Gefäßen zusprechen, so weit sich die Ringfaserhaut an ihnen nachweisen läßt. Es würden demnach nur die feinsten Capillargefäßchen, von 0,007—0,005‴ und darunter, desselben entbehren. Die kleinen Venen verhalten sich anatomisch und demnach auch in ihren Lebenseigenschaften ähnlich wie die kleinen Arterien, bei den größeren Venen ist die Ringfaserhaut,

1 Berl. Encycl. Art. Gefäße. S. 241.

2 Verschuir, a. a. O. p. 23.

3 Physiol. I, 204.

4 Frop. Not. 1839. Nr. 226.

welche hier meistens durch wahres Bindegewebe gebildet wird, überhaupt schwächer und dem entsprechend auch die Verengung des Lumens minder deutlich. Ob die Retractionskraft derselben, in Uebereinstimmung mit der höheren Entwickelung der Längsfaserhaut und der längsfaserigen Zellscheide, stärker sey, als in den Arterien, ist noch zu untersuchen.

In der Weise der Contraction und dem Verhalten gegen Reize steht das Gewebe der Gefäßhaut dem contractilen Bindegewebe zunächst. Galvanismus wirkt auf keines von beiden; Kälte und mechanische Irritation zeigen ihren Effect nicht plötzlich, sondern so, daß die Contraction langsam beginnt, erst nach längerer Zeit (in den Gefäßen innerhalb 4—25 Minuten nach Hastings) ihre größte Höhe erreicht und allmählig wieder nachläßt. Wenn manche ausgezeichnete Beobachter, auf ihre Versuche sich berufend, den Gefäßen Contractilität absprachen, so liegt dies darin, daß sie eine rasche Zusammenziehung erwarteten, wie sie auf Reizung animalischer Muskeln stattfindet [1]. Eben so entschieden, wie im contractilen Gewebe der Haut und Tunica dartos, zeigt sich in den Gefäßen der Einfluß von allgemeinen Zuständen des Nervensystemes, namentlich Gemüthsbewegungen, und so treten allgemeine Blässe (von Contraction der Gefäße) und Gänsehaut meist in Verbindung auf, so jedoch, daß jene den Anfang macht und demnach auf geringere Veranlassungen zu entstehen scheint. In den Gefäßen endlich, wie im Bindegewebe, bleibt die Reaction auf einen örtlichen Reiz nicht leicht örtlich beschränkt, sondern theilt sich den zunächst gelegenen Partien mit und scheint, wie Hastings einige Mal bemerkte, sogar wurmförmig, peristaltisch, fortschreiten zu können, und so wäre es allerdings möglich, daß eine Arterie, durch Unterbindung dem Ein-

1 Nach dem Vorgange von Parry und Bichat haben Mehrere das Vermögen der Arterien und des Bindegewebes, sich zusammenzuziehen, von der Muskelreizbarkeit unterschieden und als Spannkraft, *tonicity*, bezeichnet. Insofern darunter eine Kraft verstanden werden soll, welche jenen Geweben allein vermöge ihres Aggregatzustandes zukomme, ist die Unterscheidung offenbar falsch. Sie ist aber auch unstatthaft, wenn sie nur einen wesentlichen Unterschied der physiologischen Energie auszudrücken bestimmt ist, denn ein solcher existirt nicht. Auch die Muskeln haben Tonus, eine dauernde Neigung sich zu contrahiren, welche bei Lähmung der Antagonisten bemerklich wird, und im Verhalten gegen Reize findet ein so allmähliger Uebergang statt, daß eine Trennung unmöglich wird. Dies werde ich im folgenden Abschnitte, der vom Muskelgewebe handelt, nachzuweisen suchen.

flusse des Herzens entzogen, oder nach dem Aufhören des Herzschlages das Blut allmählig gegen die Aeste hintriebe, wie Parry annimmt.

Vermöge ihrer Contractilität behaupten die Gefäße während des Lebens einen continuirlichen und mittleren Grad der Zusammenziehung, welcher sich zeigt, wenn ihre gewaltsame Ausdehnung durch das Blut nachläßt, und durch welchen sie einen geringeren Durchmesser erhalten, als ihnen durch die Elasticität der Häute zukäme. Die abwechselnde Expansion und Contraction derselben beim Pulse ist also weder in der Weise activ, wie man früher glaubte, noch auch rein passiv. Es ist allerdings keine rhythmische Zusammenziehung, auf welche Remission folgt, wie beim Herzen, allerdings geschieht die Verengung nach der Ausdehnung wie in einem blos elastischen Rohre: aber dies Rohr ist elastisch nicht durch seinen physikalischen Aggregatzustand, sondern durch die Thätigkeit seiner Häute, und während von dieser der Umfang bestimmt wird, auf welchen die Röhre, sich selbst überlassen, sich zu reduciren strebt, und der Widerstand, den sie der Ausdehnung entgegensetzt, so hängt der Rhythmus der Ausdehnungen und Zusammenziehungen und zum Theil auch ihre Excursion von dem Blutstrome ab, den das Herz in die Gefäße treibt. Will man sich ein anschauliches Bild dieses Verhältnisses machen, so schließe man Zeigefinger und Daumen der einen Hand zu einem Ringe und bringe mit den aneinandergelegten Fingern der anderen Hand in rhythmischen Stößen in diesen Ring ein. Der Ring ist durch lebendige Muskelaction geschlossen, aber die Muskeln wirken stätig und darum öffnet und schließt sich der Ring bei dem Eindringen und Zurückziehen der anderen Hand wie ein elastischer Körper. Das Schließen ist nicht jedesmal ein neuer Muskelact und die Kraft, mit der es erfolgt, ist bestimmt durch die Energie, womit ich von Anfang an die Finger in der erwählten Stellung willkürlich erhalte. Der Unterschied beschränkt sich darauf, daß bei den Gefäßen die Stellung nicht willkürlich, sondern durch den natürlichen Tonus bestimmt ist, der von äußeren Einflüssen erhöht und vermindert werden kann. Uebrigens muß die Zusammenziehung der Arterie durch die physikalische Elasticität der mittleren Haut und der eigentlich elastischen unterstützt werden, wie schon daraus hervorgeht, daß durch rhythmische Injection auch an der Leiche die Phänomene des Pulses hervorgebracht werden können. So sehen wir auch die Muskelhaut des Oesophagus äußerlich von

einer elastischen umgeben, wodurch wohl einer zu mächtigen Ausdehnung entgegengewirkt wird. An den Arterien scheint indeß, wie ich wiederholt bemerke, die elastische Haut hauptsächlich in der Länge und der Längsausdehnung der Arterien bei der Systole des Herzens entgegenzuwirken, was um so nöthiger ist, da contractile Längsfasern entweder nicht vorhanden oder nur sehr schwach sind.

Durch das Streben der Arterien, sich nach der gewaltsamen Erweiterung zu contrahiren, wird die dem Blute vom Herzen mitgetheilte, stoßweise Strömung in eine anhaltende verwandelt, wie dies E. H. Weber so schön dargestellt hat [1].

Ich habe diesen Gegenstand vielleicht mit etwas mehr als nothwendiger Breite abgehandelt, wegen der hohen Wichtigkeit, welche dem Pulse mit Recht bei der Beurtheilung pathologischer Zustände beigelegt wird. Ohne Kenntniß seiner physiologischen Bedingungen bleibt dies Zeichen unverständlich. Dagegen liefern auch die mannichfachen Modificationen des Pulsschlages Belege für die Contractilität der Arterienwände. Die Härte des Pulses giebt uns eben das Maaß der Kraft, womit er sich zusammenzieht und dem Andrange des Blutes Widerstand leistet; wir versuchen ihn wegzudrücken, d. h. aus einem kleinen Theile des Rohres den Inhalt in die benachbarten Theile zu treiben, und je leichter dies möglich ist, um so geringer schätzen wir die Spannung der Arterie. Wären diese blos elastisch, so wäre die Spannung immer der Ausdehnung proportional; es kommt aber der harte, gespannte, und der weiche Puls bei jeden Anfüllungszustande der Arterie vor; häufiger sogar ist der kleine Puls hart, als der große.

Da der mittlere, normale Durchmesser der Gefäße Folge einer lebendigen Contraction ist, so kann durch Nachlassen der Contraction, durch Atonie und Lähmung ihrer Ringfaserhaut, das Lumen ebensowohl erweitert, wie durch Krampf verengt werden. An den größeren Arterien und großen Venenstämmen ist der Erweiterung durch die feste, elastische Membran ein Ziel gesetzt, sie ist deshalb um so auffallender an den kleineren Gefäßen und den Venen, denen die elastische Haut fehlt. Oft wurde sie secundär, nach einer Contraction durch Reizung beobachtet. An der Schwimmhaut eines Frosches, der in heißes Wasser getaucht war, trat in einem Ver-

1 De pulsu etc. p. 8.

suche von Hastings[1] die Erweiterung nach 5 Minuten ein, nach Auflegen von Eis dauerte die Contraction ½ Stunde, dann folgte Expansion. In Wedemeyer's[2] Versuchen dauerte, nach Auflegen von Kochsalz, die Contraction der Capillargefäße des Netzes 3—4 Minuten und dann trat eine Erweiterung ein, die er aneurysmatisch nennt, vielleicht um anzudeuten, daß sie sich auf einzelne Stellen beschränkte. Burdach, der an dem Mesenterium junger Kaninchen mit Kochsalz experimentirte, sah die Erweiterung der Gefäße nach 5 Minuten[3]. Oft ist aber auch Expansion der Capillargefäße die unmittelbare Folge einer Reizung. Liquor ammonii, Salmiak- und Kochsalzlösung, welche auf größere Gefäße angebracht, dieselben zur Zusammenziehung reizen, veranlassen sogleich Expansion der Capillargefäße, wenn die Schwimmhaut ganz damit begossen und getränkt wird[4]. Burdach[5] sah an dem Mesenterium von Kaninchen eine primäre Erweiterung auch vom Reize der Luft, von Erwärmen mittelst des Brennglases, von Brennen mittelst einer glühenden Sonde, von Kanthariden, Oesterreicher[6] bei Fröschen von Weingeist und verdünnten Säuren. Dabei fließt das Blut langsamer und stockt zuletzt völlig[7].

Die normale Ernährung besteht in einer Tränkung des Parenchyms mit dem Plasma, welches die Wände der feinen Gefäße durchbringt; die Menge des durchschwitzenden Plasma hängt aber nicht allein von der Beschaffenheit des Blutes, sondern auch von dem Drucke und der Geschwindigkeit desselben, sowie von der Porosität der Gefäßwände ab: sie muß sich deshalb ändern, wenn der Durchmesser der Gefäße sich ändert, und wird somit wenigstens zum Theil durch die Kraft bestimmt, womit die feinen Gefäße sich zusammenziehen. Vermehrte Contraction der Capillargefäße erzeugt

1 a. a. O. S. 63.

2 a. a. O. S. 240.

3 Observ. p. 9.

4 Thomson, a. a. O. S. 131. Hastings, a. a. O. S. 62. Wedemeyer, a. a. O. S. 239. *Marshall Hall, Circulation. p. 167.* Emmert, Observ. p. 19 (hält die Expansion nur für scheinbar, indem die Schicht des Plasma schmaler wird). Koch, Meck. Arch. 1832. S. 145 hält die Erweiterung ebenfalls nicht für unzweifelhaft.

5 a. a. O. p. 8. 10. 11.

6 Kreislauf. S. 64.

7 Nach Thomson soll es zuweilen rascher fließen.

Blässe und beschränkt das Austreten des Plasma, Atonie und Lähmung derselben bewirkt Röthe und eine vermehrte Anhäufung des Plasma. Dies ist schon aus physikalischen Gründen mehr als wahrscheinlich, denn wenn auch nicht experimentell gezeigt ist, daß die Endosmose leichter durch dünnere Membranen stattfindet, so ist doch gewiß, daß sie in gerader Proportion zur Größe der permeablen Fläche und also stärker ist in weiten Gefäßen. Es wird aber auch bewiesen durch die relative Vermehrung der Blutkörperchen in den kleinen Adern, welche von allen Beobachtern bemerkt worden ist [1] und so plötzlich und local nur aus Verminderung des Plasma erklärt werden kann. Je nach der Quantität des Exsudates, der Constitution des Blutes und der Structur und Function der Organe, in welchen die Ergießung geschieht, sind die äußeren Erscheinungen derselben und die Folgen verschieden. Wir sehen vermehrte Turgescenz und Congestion, wenn die Menge des exsudirten Plasma gering ist, entzündliche oder seröse Ergießung und Infiltration, wenn es sich in größerer Menge in Höhlen oder parenchymatösen Organen anhäuft, vermehrte Secretion, wenn es sich über die Oberfläche absondernder Membranen ergießt. Wenn das Blut in Masse stockt und das Plasma die Gefäße verläßt, so gehen in diesem sowohl, als in den Blutkörperchen eigenthümliche Veränderungen vor, welche zum Theil die Erscheinungen und die Ausgänge der Entzündung bedingen [2].

Wenn ich demnach Lähmung der Capillargefäße als nächsten Grund der Congestion und Entzündung, der Exsudation überhaupt betrachte, so darf ich nicht den Einwurf fürchten, daß den feinsten Gefäßen eben die contractile Haut fehle. Der Erfolg ist derselbe, wenn die feinsten Aestchen durch den Andrang des Blutes nur passiv ausgedehnt werden, und wenn sie gar nicht ausdehnbar wären, so würde das Plasma um so gewisser ihre zarten Wände durchdringen. Uebrigens kommen, wie sich aus den anatomischen Thatsachen ergiebt, in vielen Geweben solche feinste, blos aus der primären Gefäßhaut gebildete Röhrchen gar nicht vor. Es scheint fast, als ob die Gewebe, in denen ihre Zahl groß ist, gerade

1 Kaltenbrunner, Experimenta circa statum sanguinis. p. 36. Baumgärtner, Nerven und Blut. S. 109. Koch, in Meckel's Archiv. 1832. S. 123. Emmert, a. a. O.

2 S. meinen Jahresbericht, Müll. Arch. 1839. S. XXVI.

diesem Umstande ihre geringe Neigung zu Entzündung verdanken, wie die Nerven, selbst die Muskeln, welche doch an Blutreichthum kaum von einem anderen Theile übertroffen werden, während umgekehrt gerade in denjenigen Organen, die zu Exsudation am meisten disponirt sind, die feinsten Gefäße in sehr geringer Zahl vorhanden sind oder ganz fehlen. Die Häute und Drüsen sind es, die bei allgemein lähmend auf das Gefäßsystem wirkenden Ursachen am ersten die Folgen der Congestion verrathen, und unter den Drüsen ist wieder in den Nieren durch die Weite der feinsten Gefäße und ihre Verknäuelungen eine rasche Ansammlung des Plasma am meisten begünstigt. Es ist hier nicht der Ort diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, indeß kann ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, wie anders sich die Sache stellt, wenn eine Verdünnung des Blutes, eine Ueberladung desselben mit Wasser und verminderte Viscosität Ursache allgemeiner Exsudation ist, wie in der Bright'schen Krankheit, in manchen Dyskrasien. In diesen Fällen richtet sich die Neigung zu Exsudation in verschiedenen Geweben nur nach der größeren oder geringeren Festigkeit derselben, wodurch sie der Anhäufung des Plasma größeren oder geringeren Widerstand leisten; Muskeln und Nervengebilde sind alsdann nicht ausgenommen, die Secretion der Häute und Drüsen aber ist sogar vermindert, weil das Blut seinen Wassergehalt schon im Bindegewebe einbüßt.

In den cavernösen Körpern hat die Erschlaffung der Gefäßhäute einen rascheren Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen zur Folge, theils durch Ausdehnung der venösen Maschenräume selbst, theils durch verminderte Reibung des Blutes an den Wänden der erweiterten Arterien, vielleicht auch durch unmittelbare Exsudation des Blutwassers aus den kleinsten Arterienstämmchen in die Höhlen der Venen, wodurch der Weg desselben abgekürzt wird. Uebrigens ist, beiläufig gesagt, wenn die Erection vollständig seyn soll, eine Verengung oder Verschließung der ausführenden Venenstämme unerläßlich, geschehe diese nun durch äußeren Druck oder durch die Contraction der Venen selbst.

Eine eigentlich physiologische Frage, welche indeß hier nicht ganz übergangen werden darf, ist, ob die Contractionen der Gefäße, wie die der Muskeln und wahrscheinlich auch des Bindegewebes, von Nerven abhängen. Diese Ansicht, welche mir früher aus Gründen der Analogie und wegen des Einflusses der Gemüthsbewegungen

auf die Capillargefäße wahrscheinlich geworden war[1], erhält eine neue Bestätigung durch die oben mitgetheilte anatomische Thatsache, daß noch an sehr feinen Gefäßen Bündel von Nervenfasern verlaufen. Valentin[2] glaubt wirklich Contraction der Gefäße durch Reizung entsprechender Nerven gesehen zu haben. Dann entspricht also, wie bei den Muskeln, die Contraction der Gefäße einer erhöhten, die Expansion derselben einer verminderten Erregung; die Reize, welchen Zusammenziehung folgt, wirken entweder direct auf die Nerven der Gefäße oder indirect, durch Sympathie (Reflexbewegung), vermittelst entsprechender Empfindungsnerven, und es ziehen sich die Gefäße einer Stelle nach Reizung der dieselbe bedeckenden Haut aus demselben Grunde zusammen, aus welchem die willkürlichen Muskeln eines Gliedes beim Kitzeln zucken. In der That wirken manche Irritationen, chemische und mechanische, auf die Gefäße wie auf Muskeln, und bei Lähmung und Durchschneidung sämmtlicher Nerven eines Gliedes oder bei allgemeiner Erschöpfung des Nervensystemes sind mit den Muskeln oft auch die Gefäße erschlafft; es können dadurch sogar Infiltrationen entstehen, welche den entzündlichen ähnlich sehen.

So weit sind die Erscheinungen im Gefäßsysteme und im Systeme der Muskeln, namentlich der unwillkürlichen, ganz übereinstimmend. Eine Schwierigkeit zeigt sich aber darin, daß auf gewisse Reize ausschließlich nur das eine oder andere System reagirt, wie die Muskeln auf Elektricität, die Gefäße auf Kälte, und daß in vielen Fällen, ja man kann sagen, in der Regel der Erregungszustand der Gefäße und der des animalischen Nervensystemes einander gerade entgegengesetzt sind, so daß namentlich auf die sogenannten Entzündungsreize, auf mechanische und chemische Irritation der Gefühlsnerven die Theilnahme der Gefäße sich nicht durch Contraction, sondern durch Expansion kund giebt, in deren Folge Congestion oder vermehrte Absonderung eintritt. Man könnte annehmen, 1. daß eine Zusammenziehung in den kleinsten Venen das Blut im Capillarsysteme zurückhalte, dem widerspricht aber die directe Beobachtung an durchsichtigen, gereizten Häuten; oder 2. daß zwar Contraction erfolge, aber nach sehr kurzer Zeit in Lähmung

1 Pathol. Untersf. S. 105. Zu derselben Ansicht gelangte zu gleicher Zeit Stilling, Spinalirritation. S. 163.

2 De funct. nervorum. p. 62.

übergehe, allein der vermehrte Zufluß ist momentan; oder 3. daß die Lähmung, wie in anderen Nerven, durch heftigere Reizung sogleich herbeigeführt werde, allein die Congestion tritt schon auf die allerleichteste Erregung der Gefühlsnerven ein, z. B. der Thränenfluß im Auge auf eine bloße Berührung; oder endlich 4. daß die Nerven der Gefäße zu den animalischen und besonders zu den centripetalen in einem antagonistischen Verhältnisse stehen, so daß, in dem Maaße wie die einen erregt werden, die Erregung der anderen nachläßt. Diese Theorie, gegen welche sich für den Augenblick die wenigsten Bedenken erheben, habe ich an einem anderen Orte weiter ausgeführt, worauf ich verweise [1]. Wie aber auch der Zusammenhang sey, so muß man statuiren, daß Congestion mit ihren Folgen in Atonie der Gefäße und Gefäßnerven gegründet sey; sie kann direct, zugleich mit Atonie der animalischen Nerven auftreten, dies ist die sogenannte passive Congestion, oder indirect und mit erhöhter Thätigkeit der animalischen Nerven (Schmerz, erhöhter Wärme u. s. f.), dies ist active Congestion. Von diesen beiden Arten der Congestion, welche ich die capillare nennen möchte, ist zu unterscheiden 3. die venöse, wo durch erschwerten Rückfluß des Blutes in den größeren Venen die kleinen Gefäße secundär, gewissermaßen mechanisch ausgedehnt werden, und endlich 4. die seröse Congestion, welche von einer abnormen Beschaffenheit des Blutserums oder Plasma herrührt, vermöge welcher es in den Wänden der feinsten Gefäße nicht mehr zurückgehalten wird.

Die ersten Blutgefäße entstehen, nach den älteren Angaben, in einer Schicht zwischen den beiden Blättern der Keimhaut, in dem sogenannten Gefäßblatte, dadurch, daß sich die Substanz dieses Blattes zum Theil verflüssigt und in Inseln und Rinnen trennt, nach Valentin [2] so, daß das Gefäßblatt sich in gewissen Punkten concentrirt und colliquescirt und sich Lücken bilden, in welche das Schleimblatt und die obere cohärente Dotterschicht sich wulstförmig inlegen. Diese Wülste seyen es, welche man für Substanzinseln des Gefäßblattes angesehen habe, die angesammelte, durch Verflüssigung des Gefäßblattes entstandene durchsichtige Flüssigkeit zwischen

[1] Patholog. Unters. S. 142.

[2] Entwickelungsgesch. S. 288.

den Wülsten scheide sich alsdann in die hellen Gefäßwände und deren Inhalt, das Blut. Schwann[1] beschreibt die Entstehung der Capillargefäße in der Keimhaut folgendermaßen. Unter den Zellen, woraus die Keimhaut besteht, bilden sich einige in gewissen Entfernungen von einander gelegene durch Verlängerung nach verschiedenen Seiten hin zu sternförmigen Zellen, den primären Capillargefäßzellen, aus. Die Verlängerungen verschiedener Zellen stoßen aufeinander, verwachsen, die Scheidewände werden resorbirt und so entsteht ein Netz sehr ungleichmäßig dicker Canälchen, indem die Verlängerungen der primären Zellen viel dünner sind, als die Zellenkörper. Diese Verlängerungen oder Verbindungen der Zellenkörper dehnen sich aber aus, bis sie untereinander und mit den durch das Wachsthum sich verengenden Zellenkörpern gleiche Dicke haben, bis sie also ein Netz gleich dicker Canälchen bilden. Die Blutflüssigkeit ist der Inhalt sowohl der primären, als der verschmolzenen oder secundären Capillargefäßzellen. Sie ist nach etwa 36stündiger Bebrütung von gelblichröthlicher Farbe; um diese Zeit sieht man noch einzelne, unregelmäßig sternförmige Zellen, welche mit dem Netze nicht zusammenzuhängen scheinen, und bei den bereits verbundenen haben die Canälchen eine ungleichmäßige Dicke; von einzelnen gehen auch blinde Aeste aus. An dem Schwanze von jungen Froschlarven kommen außer den gewöhnlichen Capillargefäßen, in welchen das Blut sich bewegt, andere vor, welche denen der Keimhaut gleichen, von sehr ungleichem Durchmesser und stellenweise nicht dicker als Bindegewebefasern sind, oft auch dergleichen blind endende Aeste. Sie gehen in die gewöhnlichen Capillargefäße über und sind demnach vielleicht auch in der Bildung begriffene Gefäße. Dagegen spricht nur, daß, wie Schwann selbst bemerkt, dieselben Formen auch im Schwanze erwachsener Froschlarven sich finden, wo doch die Bildung bereits vollendet seyn müßte. Die Kerne, welche in den Wänden der einfachen Capillargefäße bei den Embryonen vorkommen, und, wie ich gezeigt habe, auch in den Capillargefäßen des ausgebildeten Körpers fortbestehen, hält Schwann für die primären Zellenkerne. Nach neueren Beobachtungen an den durchsichtigen, gefäßreichen Membranen des Kapselpupillarsackes junger Embryonen tritt Valentin[2] in den wesentlichen Punkten dieser

1 Mikrosk. Unters. S. 188.

2 Müll. Arch. 1840. S. 217.

Ansicht bei. In den Maschenräumen der bereits vollendeten Capillargefäße sieht man rundliche Körper von 0,006‴ Durchmesser, welche körnig erscheinen und zum Theil neben den Körnern mehrere, bis vier, Kugeln entfalten. An einigen erkennt man eine zarte Wandung. Manche dieser Körper liegen dicht an den Capillargefäßen, ihre Wand geht, wie es scheint, in die Wand des Capillargefäßes über, so daß sie blinde Nebenanhänge der Gefäße darstellen. In anderen Maschenräumen sieht man Zellen, in Fasern verlängert, die an die Wand eines benachbarten Gefäßes anstoßen und in ihrem Innern an einer Stelle einen Kern enthalten, der mehrere Kugeln einschließt. Die Wandungen jener Zellen, wie der ersten Capillargefäße sind schwach milchweiß, undeutlich faserig, bedecken sich aber bald mit Zellenkernen, Zellen und Fasern. Die Darstellungen von Schwann und Valentin stimmen also darin überein, daß sie die primäre Haut (membrana intima) der Capillargefäße für identisch mit der Zellenwand und das Lumen der Gefäße für die Zellenhöhle halten; die Blutkörperchen aber betrachtet Schwann als im Innern der Capillargefäßzelle erzeugte, junge Zellen, Valentin als die Kerne der Capillargefäßzellen, indem er annimmt, daß die in den Wänden der Gefäße liegenden Kerne später aufgelagert seyen. Das Epithelium, welches zunächst im Innern der primären Gefäßhaut auftritt, würden Beide für endogene Bildungen erklären müssen. So wahrscheinlich indeß auch die Theorie ist und so sehr sie durch die Analogie mit den sternförmigen Pigmentzellen unterstützt wird, so bleiben doch noch manche Zweifel übrig. Zuerst ist die Verbindung und Höhlengemeinschaft des Capillarnetzes mit den größeren Gefäßen zu erforschen, da man doch nicht wohl annehmen kann, daß auch die Gefäßstämme und selbst das Herz nur erweiterte und mit dem Capillarsysteme communicirende Zellen seyen. Vielleicht sind es Intercellulargänge, in welche die Capillargefäße sich öffnen, wie auch Pflanzenzellen in Intercellularräume ausmünden[1]. Eine zweite Schwierigkeit liegt darin, daß die Kerne der primären Gefäßhaut, die Schwann für die Kerne der aneinandergereihten Zellen nimmt, zu zwei und selbst mehr nebeneinander liegen können. Dies würde für Valentin's Meinung sprechen, daß schon die Kerne der primären Gefäßhaut den Anfang einer neuen, äußeren Schicht bezeichnen, wenn sie nicht

1 Schwann, Mikrosk. Unters. S. 190.

so oft in die zarte Wand ganz eingeschlossen wären und selbst in das Lumen vorragten. Es ist möglich, daß beide Arten nebeneinander vorkommen, Kerne der ursprünglichen Zellen und neugebildete, oder daß die Zellen, aus welchen Capillargefäße hervorgehen, auch paarweise und mehr nebeneinander liegen und sich seitlich in einander öffnen können. Endlich bleibt, wenn das angegebene Entwickelungsprincip in der Hauptsache das richtige ist, noch hinzuzufügen, daß die Zahl sternförmig sich verästelnder Zellen nur gering seyn kann gegen die Zahl derjenigen, welche unmittelbar und unverzweigt in einander übergehen. Dies Resultat ergiebt sich aus der Betrachtung der Capillarnetze (Taf. III. Fig. 7) und aus der Menge von Kernen, die an Einem Stämmchen, z. B. in a, hintereinander liegen. Nach Reichert's Ausspruch [1], der durch seine Beobachtungen allerdings nicht hinreichend motivirt erscheint, wird aber das Princip selbst wieder zweifelhaft. Reichert schließt sich wieder der Ansicht v. Baer's an, daß die Blutbahnen durch die bewegende Kraft des Herzens gleichsam gebrochen werden und daß die Gefäßwände von den umgebenden Geweben sich nachträglich isoliren. Im peripherischen Theile der Membrana intermedia oder in der Area vasculosa des Hühnereies liegen zuerst feine Zellen gleichmäßig nebeneinander. Wenn das Herz zu pulsiren anfängt, so zeigen sich unregelmäßige dunklere und lichtere Stellen; in den letzteren liegen die Zellen, etwas vergrößert, immer noch einfach nebeneinander und verschmelzen später so, daß die Grenzen der Zellen nicht mehr sichtbar sind und die Kerne in einer gleichförmigen Substanz zu liegen scheinen. Die dunkeln Stellen sind die mit Blutkörperchen gefüllten Blutbahnen, ihre Wandungen markiren sich nur durch einen helleren Saum an der Blutmasse, lassen sich aber auf keine Weise von den umgebenden Geweben trennen.

Der Entwickelungsproceß der Faserschichten der Gefäße ist bei dem Embryo noch nicht genügend verfolgt. Schwann giebt an [2], daß aus der mittleren Haut der Aorta eines Schweinsembryo von 6″ Länge durch Zerreißen Zellen von sehr verschiedener Form erhalten werden, runde, längliche, in einen oder mehrere Fortsätze verlängerte, alle mit einem rundlichen oder länglichen Zellenkern versehen, außerdem enthalte die Aorta schon ein Netzwerk feiner, elasti-

[1] Entwickelungsleben. S. 23. 74. 137 ff.

[2] Mikrosk. Unters. S. 148.

scher Fasern. Der Darstellung, welche Valentin und Gerber von der Bildung der mittleren Arterienhaut gegeben haben, wurde schon bei der Entwickelungsgeschichte des elastischen Gewebes gedacht. Danach entständen die Kernfasern in der Intercellularsubstanz zwischen Zellen, welche granulös werden, vertrocknen, nach Valentin's richtiger Beobachtung aber auch im erwachsenen Thiere noch fortbestehen. An der Innenwand der Gefäße jüngerer Embryonen kommen nach Valentin[1] mehrere Zellenlagen verschiedener Entwickelungsstufen übereinander vor. Die Zellen bilden sich weiter aus, indem sie sich verlängern, spitz und rhombisch werden, nach und nach in eine zuerst noch streifige, dann gleichartige Membran übergehen, indeß die Zellenkerne schwinden. In verschiedenen Schichten schien aber der Entwickelungsgang verschieden zu seyn, indem beim Abschaben bald kleine Zellen, bald lange, platte Bänder, bald in Fasern verlängerte Zellen erschienen.

Man kann die Lücken in der Bildungsgeschichte der Gefäße durch die Untersuchung beim Erwachsenen ausfüllen, indem der Entwickelungsproceß derselben in seinen einzelnen Stadien sich gewissermaßen räumlich bei dem allmähligen Uebergange der Zweige in die Stämme offenbart. Die Längs- und Ringfaserhaut erscheinen demnach zuerst, wie früher nachgewiesen wurde, in Gestalt wasserheller Schichten; in diesen entstehen Zellenkerne, die sich nach einer oder der anderen Richtung verlängern, zusammenstoßen und verästeln. Zugleich zerfällt die homogene Grundlage in platte Fasern, welche auf der einen Fläche die Kerne oder die daraus gebildeten dunkeln Fasern tragen. In der innersten Schicht der Längsfaserhaut der Venen kann die Grundlage ganz resorbirt werden, in den äußeren Schichten der Venen wandelt sie sich in Bindegewebe um und die Kernfasern bleiben schwach, in der Ringfaserhaut erreichen die letzteren die bedeutendste Stärke und werden selbstständiger.

Die gestreifte Haut scheint aus dem Epithelium hervorzugehen, da sie die Stelle desselben vertreten kann und da ihre verschiedenen Entwickelungsstufen einander von innen, d. h. vom Lumen des Gefäßes an nach außen folgen. Gegen die Regel würden alsdann hier die neuen Schichten an der freien Fläche entstehen, was sich indeß daraus erklären möchte, daß eben die freie Fläche mit der ernährenden Flüssigkeit, dem Blute, in unmittelbarer Berührung ist.

[1] Müll. Arch. 1840. S. 215.

Ob die structurlose Lamelle, die man nach Resorption der Kerne findet, aus verschmolzenen Zellen gebildet, oder ob eine Trennung der gleichförmigen Masse in Zellen gar nicht stattgefunden habe, muß ich unentschieden lassen, halte jedoch der Analogie nach das Letztere für wahrscheinlicher. Den muthmaßlichen ferneren Gang der Entwickelung habe ich schon oben angegeben und auch bemerkt, daß ausnahmsweise aus der innersten Lage statt eines Pflasterepitheliums oder statt der gestreiften Haut sogleich eine Längsfaserhaut hervorgeht.

Nicht blos im Fötus entstehen neue Capillargefäße, sondern auch in den Theilen, welche nach der Geburt noch wachsen, wie bereits von den Schwänzen der Froschlarven angeführt wurde, und wahrscheinlich selbst noch in späteren Perioden an solchen Organen, welche periodisch an Masse und Thätigkeit zunehmen, z. B. im Rosenstock der Geweihe, im Uterus während der Schwangerschaft u. s. f. Es hat diese Bildung der Gefäße einige Aehnlichkeit in ihren Symptomen mit der Congestion, d. h. der zufälligen Erweiterung vorhandener Gefäße, und die Verwechselung beider Vorgänge hat den Anlaß gegeben, daß Congestion und Entzündung als Zeichen einer erhöhten Lebensthätigkeit der Organe angesehen wurden. In jeder Art von plastischem Exsudat, in den Granulationen, Pseudomembranen, werden gleichzeitig mit neuen Bindegewebe- und anderen Fasern auch neue Capillargefäße gebildet [1] und ihre Entstehung scheint hier auf dieselbe Weise von Statten zu gehen, wie in der Keimhaut, nicht so, daß alte Gefäße sich in die neue Substanz hineinverlängerten, sondern dadurch, daß von einzelnen Centra aus sich Netze entwickeln, welche zuletzt erst mit dem bereits bestehenden Capillarnetze in Verbindung treten [2]. So ist auch heutzutage die Entstehung neuer Gefäße in den verschiedenartigen Geschwülsten nicht mehr zu leugnen, da die meisten derselben Gefäße enthalten und mitunter sogar in späteren Entwickelungsstadien mehr, als in früheren. Es sind in solchen Fällen nicht blos Capillargefäßchen, die sich neu bilden, sondern auch größere Stämmchen, welche schon den Verlauf und wahrscheinlich auch die Structur der Arterien und Venen haben.

1 Allen Thomson, Froriep's Notizen. Nr. 783.

2 S. meine Abhandlung über Schleim- und Eiterbildung. S. 58. Bruns, Allg. Anat. S. 110.

Größere Arterien vernarben, wenn sie in geringem Grade ver-
ıdet sind, ohne Beeinträchtigung des Lumens [1]; ob aber das
ıthümliche Gewebe derselben, oder bloßes Bindegewebe die Narbe
:, ist nicht untersucht. Bei beträchtlichen Verletzungen, z. B.
n mittelst einer Ligatur die inneren Häute zerrissen sind, schließen
sich durch Exsudation und verwandeln sich durch Organisation,
s der exsudirten Lymphe und theils des Blutcoagulums, bis
nächsten Collateralast in solide Stränge; so auch, wenn sie
zlich durchgetrennt sind. Die Wunden der Venen heilen, wie
des Bindegewebes, leicht, und ohne daß das Lumen geschlos-
wird [2].

Derselbe Proceß, durch welchen bei der normalen Entwickelung
elne Gefäße eines gleichförmigen Netzes wachsen und sich zu
immen ausbilden, kann im Erwachsenen stattfinden, wenn durch
erbindung oder überhaupt durch Obliteration eines Stammes
Blut genöthigt ist Seitenwege einzuschlagen; es stellt sich als-
n ein sogenannter Collateralkreislauf her, entweder indem sich
ıer vorhandene Aestchen erweitern oder indem sich in der um die
erie ergossenen plastischen Substanz neue Gefäße bilden und mit
beiden Stücken der getrennten Arterie in Verbindung treten.
e Zunahme der Arterien, nicht nur in der Weite, sondern auch
der Länge, wodurch sie einen geschlängelten Verlauf annehmen,
et in Organen statt, welche sich periodisch vergrößern, wie z. B.
Uterus in der Schwangerschaft, ferner in Fällen, wo die Be-
ıung des Blutes durch die Capillargefäße bedeutende Hindernisse
et. Venen verdicken sich ebenfalls [3], z. B. im Aneurysma va-
ısum, und klaffen, wenn sie angeschnitten werden. Von den
ntlich pathologischen Veränderungen der Arterien will ich nur,
besonders charakteristisch, ihre Neigung zu Verknöcherung er-
ınen. Durch Ablagerung von Kalksalzen in mikroskopischen,
den Körnchen zwischen der Ringfaserhaut und der gestreiften oder
gsfaserhaut, wenn letztere vorhanden, wird die Wand der Arterie
, erscheint von innen mit weißen, wie knöchernen Flecken bedeckt,
iert ihre Ausdehnbarkeit und reißt leicht.

1 Pauli, De vulner. sanand. p. 66.

2 Richter, Diss. de vulneratarum venarum sanatione. Tub. 1812. p. 8.

3 *Velpeau, Anat. chirurg. I, 368.* Webemeyer, Meck. Arch.
3. S. 338.

Die physiologische Atrophie mancher Organe, z. B. der Pupillarhaut, beginnt mit Obliteration ihrer Capillargefäße und diese, wie es scheint, mit Gerinnung des Blutes in denselben. In der Pupillarhaut kann man die Gefäße noch mittelst des Mikroskopes unterscheiden, wenn weder Blutkügelchen mehr in denselben wahrgenommen werden, noch Injectionsmasse in sie eindringt. Wirkt zufällig ein Druck auf die Gefäße eines Theiles und verschließt dieselben, so entsteht pathologisch Atrophie, wenn sie dem Einflusse des Blutplasma nicht ganz entzogen sind, im entgegengesetzten Falle, also bei Verschließung größerer Gefäßstämme, Brand.

Die eigenthümliche Form der Gefäßvertheilung, welche wir an den Gefäßen der Choroidea kennen gelernt und mit dem Namen eines Wundernetzes bezeichnet haben, kommt in mannichfaltigen Modificationen und in vielen Organen bei den übrigen Wirbelthieren vor. J. Müller theilt die Wundernetze in unipolare oder diffuse und in bipolare oder amphicentrische. Bei der letzteren Art sammeln sich die Gefäße, welche aus einem Stamme hervorgegangen sind, sogleich wieder in einen neuen Stamm, aus welchem dann die weitere Verästelung in gewöhnlicher Weise stattfindet. Das diffuse, so wie das amphicentrische Wundernetz können einfach seyn, d. h. allein von Arterien oder allein von Venen gebildet, oder auch doppelt, zugleich arteriös und venös, in welchem Falle die Röhren der einen Art zwischen die Röhren der anderen Art eingeschoben sind, ohne Communication der Systeme. Nicht selten sind in den bipolaren Wundernetzen die Gefäße zu compacten, drüsenartigen Organen verbunden, und diese Bildungen wurden auch als Drüsen ohne Ausführungsgänge beschrieben, z. B. die Karotidendrüse der Frösche, die Choroidealdrüse der Fische. Die sogenannte Nebenkieme der Fische hat nach Müller's Untersuchungen die Bedeutung eines Wundernetzes; sie zeichnet sich aus durch ihre gefiederte, kiemenartige Structur, durch die Feinheit der Canälchen und durch ein aus zarten knorpeligen Kielen gebildetes Gerüste der Federchen. Zuweilen hat sie aber einen mehr drüsigen Bau und besteht aus mehreren Läppchen. Diese Bildung kommt ferner vor an der Karotis der Wiederkäuer, des Schweines und der Frösche, an der Arteria ophthalmica der Wiederkäuer und Katzen, an den Gefäßen der Cho-

roidea bei allen Wirbelthieren, an den Gefäßen der Schwimmblase bei den Fischen, an der **Art. coeliaca** bei **Thynnus, Alopias, Lamna**, an der Pfortader und den Lebervenen bei **Thynnus, Auxis, Alopias, Lamna**, an der **Arteria brachialis** und **iliaca ext.** von **Bradypus** und **Lemur**, an der **Art. axillaris** und **cruralis** bei den Robben, an der **Art. tibialis** einiger Gallinaceen. Die Wundernetze desselben Gefäßes sind bei verschiedenen Thieren bald unipolar, bald bipolar, woraus sich schließen läßt, daß auch die physiologische Bedeutung beider Arten identisch und daß es hauptsächlich auf eine Verminderung der Schnelligkeit des Blutes durch Mehrung der Friction abgesehen sey. In dieser Hinsicht schließen sich die Wundernetze an die Glomeruli der Nieren an, in welchen derselbe Zweck durch Verlängerung und Windung eines einzigen Gefäßstämmchens erreicht wird. In den doppelten Wundernetzen, wo arterielle und venöse Strömchen, nur durch dünne Gefäßwände geschieden, an einander vorübergehen, kann auch ein Austausch der in beiden Blutarten enthaltenen Stoffe stattfinden, eben so wie dies zwischen den Gefäßen der mütterlichen und denen der fötalen Placenta geschieht. Die diffusen Wundernetze an der Schleimblase, am Magen und Darme von **Alopias**, die bipolaren Wundernetze über der Leber der Lamnen, unter der Leber der Thunfische, die Choroidealdrüse, die drüsigen Körper mehrerer Schwimmblasen gehören dieser letzteren Art an. In den drüsigen Wundernetzen kann möglicherweise eine Veränderung des Blutes durch das Parenchym stattfinden, welches die Blutgefäße verbindet, und dadurch würden sich die Wundernetze den Blutgefäßdrüsen nähern, von welchen später.

Carlisle, Philos. trans. 1800. p. 98. T. I. II. (**Lemur, Bradypus**). **Vrolik, De peculiari arter. extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amst. 1826.** (**Bradypus, Myrmecophaga, Lemur, Meleagris Gallopavo**). Rapp, Meck. Arch. 1827. S. 1 (Karotis der Säugethiere). Barkow, Meck. Arch. 1829. S. 305 (Vögel). Huschke in Tiedemann und Treviranus Zeitschr. IV. Hft. 1. S. 113 (Karotidenbrüse der Frösche). **Hahn, De art. anatis. Tab. I. fig. 3** (Wundernetz der **Arteria temporalis**). Eschricht und Müller, Ueber die arteriösen und venösen Wundernetze an der Leber des Thunfisches. Berl. 1836. **Barth, De retibus**

mirabilibus. Berol. 1837. (Alopias). Rathke, Müll. Arch. 1838. S. 413. (Schwimmblase). *W. Jones. Lond. med. gaz. 1838. Jan.* (Choroidealdrüse). J. Müller, Arch. 1840. S. 119. 1841. S. 263.

Die Plexus der großen Arterien und Venen erreichen bei Thieren eine merkwürdige Ausbildung. Es gehören hieher die Netze der Intercostalarterien und der Venae iliacae bei den Cetaceen und Seehunden. *Breschet, Hist. anat. et physiol. d'un organe de nature vasculaire découvert dans les cécatés. Paris. 1836.* Baer, N. A. nat. curios. XVII. P. I. p. 395. Burow, Müll. Arch. 1838. S. 230.

Bei niederen Wirbelthieren sind Gefäße mit wahrhaft muskulösen Wänden häufiger. Der Anfang der Aorta ist bei Salamandern und Fischen, die Venen des Unterleibes sind bei Fröschen muskulös, so daß sie, ausgeschnitten, sich noch rhythmisch zusammenziehen. Wedemeyer, Meck. Arch. 1828. S. 347.

Nachdem, in Folge von Harvey's großer Entdeckung, der Uebergang des Blutes aus den Arterien durch die Capillargefäße in die Venen mittelst physiologischer Thatsachen, durch Injectionen, endlich durch die Beobachtung des Kreislaufes in durchsichtigen Theilen im Allgemeinen festgestellt ist, haben sich über einige schwieriger zu ermittelnde Punkte in der Anatomie der Capillargefäße bis in unsere Tage Zweifel erhalten und herrschen zum Theil noch. Sie betreffen hauptsächlich folgende drei Punkte:

1. Ob es seröse Gefäße gebe, Gefäße, welche zu fein sind, um Blutkörperchen aufzunehmen, und nur die flüssigen Bestandtheile des Blutes durchlassen. Ueber diesen Gegenstand ist schon oben das Nöthige bemerkt worden. Die Theile, welchen man seröse Gefäße zuschrieb, weil sie organisch wachsen und sich verändern und doch im gesunden Zustande nicht roth sind und nicht injicirt werden konnten, haben entweder wahre Blutgefäße, die noch Kügelchen fassen, oder überhaupt keine Gefäße, und nähren sich durch Imbibition des sie umspülenden Blutwassers. Dahin gehören vor Allen die durchsichtigen Theile des Auges, Cornea, Linse und deren Kapsel, Zonula Zinnii, Glaskörper.

2. Die älteren Physiologen nahmen an, daß alle Absonderungen durch offene, die sogenannten absondernden und aushauchenden Gefäßmündungen geschähen. Daß solche in den Häuten, namentlich den serösen, nicht existiren, ist leicht zu beweisen. Sehr lange haben sie sich dagegen in den Drüsen gehalten, wo die Untersuchung besonders bei dem complicirten Baue der Secretionsorgane in höheren Thieren schwierig ist. Der Ansicht Ruysch's (De fabrica glandularum. 1722), welcher auf den Grund seiner Injectionen den

Uebergang der Blutgefäße in Drüsen für unzweifelhaft hielt, traten Haller und die meisten gleichzeitigen Physiologen bei. Malpighi (Opp. posthuma. 1689) hatte schon richtig die Acini der Drüsen als die blinden Anfänge ihrer Ausführungsgänge angesehen und sie mit den einfachen Hautbälgen verglichen; er schadete aber selbst der Aufnahme seiner Lehre dadurch am meisten, daß er die Glomeruli der Nieren ebenfalls als Acini beschrieb, in welche freilich der Uebergang der Blutgefäße leicht dargestellt werden konnte, wie denn schon Hewson (*Exp. inq. II, 178.*) gegen Malpighi einwandte, daß die Glomeruli der Nieren nur gewundene Arterien seyen. Dazu kam, daß Malpighi's Acini, auch in anderen Drüsen, z. B. der Leber, nicht die letzten Elementartheile, sondern immer noch Convolute von Drüsencanälen und Gefäße waren und daher, wenn jene nicht besonders injicirt wurden, ganz allein aus Gefäßen zu bestehen schienen. Eine richtige Ansicht über die Enden absondernder Canäle und das Verhalten der Capillargefäße zu denselben konnte, nächst den Argumenten aus der vergleichenden Anatomie und der Entwickelungsgeschichte der Drüsen, nur eine Untersuchung der Canäle selbst und namentlich die Injection derselben von ihren Ausführungsgängen liefern. Auf diesem Wege hat Huschke (Isis 1828. Hft. 5 u. 6) die blinden Enden der Nierencanäle, E. H. Weber die letzten Verzweigungen des Ausführungsganges der Speicheldrüsen und des Pankreas dargestellt (Meck. Arch. 1827. S. 274) und endlich J. Müller in seinen über fast alle Drüsen ausgedehnten Untersuchungen (Gland. secern. 1830) für immer und für alle Drüsen entschieden, daß die secernirenden Canäle blind anfangen und daß die Blutgefäße, ebenso wie in allen anderen Geweben, auch in den Wänden der Drüsen geschlossene Netze bilden, deren Röhren immer feiner sind, als die secernirenden Röhren und Bläschen. Dieser Ausspruch ist durch alle neueren Beobachtungen befestigt worden und wird auch, wie sich zeigen wird, durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. Ganz unbedingt ist indeß auch dem Resultate dieser Injectionen nicht zu trauen; denn so gut eine Injection von der Aorta aus in die Nierencanälchen gelangen und endlich durch die Harnröhre ausfließen kann, was wohl jedem praktischen Anatomen begegnet ist, ebensowohl kann von den Harnleitern aus das Capillarnetz der Niere gefüllt werden, nach Zerreißung des einen oder anderen Röhrensystems und durch Extravasation.

3. Bei der Beobachtung des Capillarkreislaufes an lebenden Thieren sind die Wände der Capillargefäße nicht sichtbar und es entstand die Frage, ob solche überhaupt existiren oder ob nicht vielmehr die feinsten Gefäße bloße Rinnen in der Substanz seyen. Bei dieser Annahme schien es viel begreiflicher, wie das Blut seine ernährenden Theile unmittelbar an die feste Substanz abgebe, ja man glaubte gesehen zu haben, wie einzelne Kügelchen desselben sich unmittelbar an die Wände anhingen und zu Parenchym wurden; es schien ferner erklärlich, wie bei der Entzündung das Blut sich neue Wege bahne oder grabe. Döllinger (Was ist Absonderung? 1819. S. 25. Denkschr. d. bair. Akad. VII. 1821. S. 179) ist der wärmste Vertheidiger dieser Ansicht gewesen und Viele, namentlich Kaltenbrunner (Exp. de inflamm. 1826. p. 106), Oesterreicher (Kreislauf. 1826. S. 103), Meyen (De primis vitae phae-

nomenis. 1826), Wedemeyer (Kreisl. 1828. S. 262), Baumgärtner (Nerven und Blut. 1830. S. 97) folgten ihm, selbst Krause (Anat. I. 1833. S. 23) bezweifelte noch die Existenz besonderer Wände. Nicht zu reden von den Argumenten für diese Wände, welche aus der Beobachtung der Circulation selbst sich ergeben, aus der Stetigkeit der Strömung, dem Uebereinanderweggehen der Strömchen u. s. f., sind die Capillargefäße im injicirten und nicht injicirten Zustande als etwas Selbstständiges nachgewiesen worden an vielen Organen, an welchen das lockere Parenchym sich leicht wegmacerirt und das lose Gefäßnetz zurückläßt. So von Windischmann (Auris in amphibiis structura. 1831. p. 33) an dem plattenartigen Organ der Vogelschnecke, an den Rindencanälchen der Niere des Eichhörnchens von J. Müller (Physiol. I, 217), an den Zotten des Dünndarmes von Valentin (Entwickelungsgesch. S. 299), an den Plexus choroidei des Gehirnes von Schultz (Circulation. 1836. S. 174). Als dunkle Grenzlinien oder Streifen wurden die Wände der Haargefäße gesehen von Reichel (De sanguine. 1767. p. 17), Spallanzani (*Circulation. 1799. p. 169*), Wedemeyer (Kreisl. 1828. S. 200), Müller (Meck. Arch. 1829. S. 186), E. H. Weber (Hildebr. Anat. III, 1831. S. 35). Ob diese Wände indeß eigenthümliche Gebilde oder nur verdichtetes Parenchym seyen, konnte noch bezweifelt werden und Müller hielt das Letztere für wahrscheinlicher. Treviranus (Beitr. II. 1835. S. 99. Fig. 76) hat zuerst die Gefäße der Hirnsubstanz isolirt und nannte die Haut derselben homogen, indem er die Kerne für Blutkörperchen nahm. Schwann (Berl. Encycl. Art. Gefäße. 1836. S. 223) sah an den Mesenterialgefäßen des Frosches die Ringfaserhaut und bewies daraus die Selbstständigkeit der Capillargefäße. Aus den oben mitgetheilten Untersuchungen folgt zwar, daß die Cirkelfasern nicht allen Capillargefäßen eigen sind; daß aber auch die einfachsten Wände selbstständig und von dem Parenchym verschieden sind, kann danach nicht mehr zweifelhaft seyn.

In der Lehre vom Baue der Gefäße herrscht, so jung sie ist, eine große Verwirrung. Ich rede nicht von den verschiedenen Ansichten über die Zahl ihrer Häute, deren man aufs Gerathewohl, ohne Rücksicht auf die anatomischen Verschiedenheiten derselben, von 1—7 und mehr angenommen hat, indem man bald zu wenig, bald zu viel trennte und namentlich oft die Ringfaserhaut, wo sie stärker ist, in mehrere Schichten willkürlich zerlegt hat. Nur von den Beobachtungen über den feineren Bau der einzelnen Häute soll hier die Rede seyn. Unter diesen ist die Ringfaserhaut der Arterien am meisten untersucht und ihre Elemente sind als eigentliche Gefäßfaser beschrieben, gewöhnlich aber auch mit den Fasern der elastischen Haut verwechselt worden. Hodgkin und Lister (*Philos. Mag. 1827.* Fror. Not. XVIII. 248) sahen lange, gerade, sehr zarte und gleichförmige Fasern, Schultze (Allg. Anat. 1828. S. 126) definirt sie als rundliche, kurze, sehr feine, elastische und brüchige Fasern, die, unter spitzen Winkeln mit den benachbarten verbunden, platte, bandförmige Bündel bilden, welche die innerste Haut der Blutgefäße theils ringförmig, theils in der Längenrichtung verlaufend umgeben und mit sehr viel dichtem Schleimgewebe verbunden seyen. Die größeren Arterien seyen mit Fasern versehen, welche sich mehr den Sehnenfasern nähern, von diesen jedoch sich wesent-

lich durch Undurchsichtigkeit, Kürze und netzartige Verbindung zu Bündeln, sowie durch ihre chemischen Eigenschaften unterscheiden. Lauth (*l'Institut. 1834. No. 57*), sowie Schwann und Eulenberg (Schwann in der Encyklop. Eulenberg, De tela elast. 1836) haben von der Längs- und Ringfaserhaut nur die dunkeln Kernfasern gesehen und sie für elastische erklärt, weil sie durch ihre Verästelung den elastischen gleichen, weil durch die Farbe und chemische Constitution das Gewebe der Gefäßhaut mit dem elastischen übereinstimmt, am meisten aber wohl dadurch verführt, daß eigentlich elastische Fasern aus der elastischen Gefäßhaut oft zugleich mit denen der mittleren Haut gesehen und die verschiedenen Lagen nicht sorgfältig genug gesondert wurden. Wegen seiner physiologischen Eigenschaften unterscheidet Schwann das Gewebe der Arterienhaut als contractiles elastisches Gewebe. Die Längsfibern der Arterien kreuzen sich nach Lauth unter spitzen Winkeln; sie sind zuweilen dichotomisch. Die transversalen Fibern schneiden einander unter minder spitzen Winkeln, die einen sind gerade, die anderen etwas gebogen; einige sind cylindrisch und glatt, andere gleichen den Längsfasern, andere endlich schienen aus einer Reihe von Kügelchen zusammengesetzt. Alles dies paßt vollkommen auf die Kernfasern der Längs- und Ringfaserhaut. Schwann (S. 216) beschreibt die Fasern der elastischen Haut der Arterien und Venen genau und richtig, hält sie aber für Elemente der Tunica adventitia. Diesen Fasern sollen auch diejenigen der mittleren Haut gleichen, sich aber dadurch unterscheiden, daß ihre Verbindungen häufiger sind und sie wenig Neigung zeigen, sich bogenförmig zu krümmen (dadurch sind in der That die Kernfasern der Ringfaserhaut von den eigentlichen elastischen verschieden). Neben diesen Fasern sehe man einzelne, sparsame Zellgewebebündel; vielleicht sind die eigenthümlichen granulirten Fasern dafür genommen worden. Von den ringförmigen Bindegewebefasern der Venen, die beim Menschen eine sehr dünne Lage bilden, bemerkt auch Schwann, daß sie sich vor dem gewöhnlichen Bindegewebe durch schärferen Contour und scharf abgegrenzte Enden auszeichnen und daß sie dünner sind. Eulenberg giebt in Fig. 5 eine Abbildung der Fasern der eigentlichen elastischen Haut der Venen, welche eine netzförmige Membran zusammensetzen, die unter dem Mikroskop oft auch gefaltet scheine, in Fig. 6 als Fasern der mittleren Arterienhaut abermals eine Abbildung der elastischen, in Fig. 8 eine Darstellung der Kernfasern der Längsfaserhaut der Venen, wobei das eigentliche Gewebe derselben übersehen ist. Bei der Messung der Arterienfaser sind indeß auch die eigenthümlichen granulirten Fasern mit untergelaufen. Viel richtiger beschreibt unter Purkinje's Leitung Räuschel (De arteriarum et venarum structura. 1836) die eigenthümlichen Fasern der Ringfaserhaut, identificirt dieselben aber mit Schwann's elastischen; so kommt es, daß er die Anastomosen der Fasern leugnet, welche Schwann gesehen hatte, daß er die Kernfasern und Kerne auf den eigenthümlichen Fasern, also Schwann's elastische Fasern der Mittelhaut, für einen Canal der elastischen Arterienfaser erklärt, der mitunter unvollkommen und nur aus einer Reihe von Pünktchen zusammengesetzt sey; so kommt es endlich, daß er den Durchmesser der elastischen Fasern viel stärker annimmt, als Schwann, nämlich zu 0,00625‴, was freilich auch für die eigentliche Arterienfaser immer

noch um die Hälfte zu stark ist. Der Grund des Fehlers liegt darin, daß die zu messenden Fasern nicht isolirt wurden. Uebrigens hält auch Räuschel die eigenthümliche Faser der Arterien für ähnlich der Elementarfaser der gelben Bänder; außer der eigenthümlichen Faser finde sich in Arterien und Venen eine weiche Fibra cellulosa, welche die eigenthümlichen Fasern verbinde, und in den Venen tendinöses Gewebe. Zu der Tela cellulosa rechnet Räuschel auch die Stücke gestreifter Membran, welche in der Aorta zwischen den einzelnen Lagen der Ringfaserhaut vorkommen (S. 12), und in den kleineren Arterien die Längsfaserhaut, welche in queren Durchschnitten als ein heller Streifen zwischen der gestreiften und der Ringfaserhaut erscheint (S. 13). Von den kleinsten Arterien giebt Räuschel, übereinstimmend mit Treviranus (Beitr. II. Fig. 75) an, daß man an ihnen sowohl die Längsfasern der äußeren, als die Querfasern der mittleren Haut unterscheide; er erkannte die Reihe von Kügelchen längs dem Rande, vermuthet aber nicht ganz richtig, daß sie durch die Krümmungen der Querfasern entständen, die von der vorderen Wand auf die hintere übergehen, da sie vielmehr durch die Krümmung des Kernes der Querfasern hervorgebracht werden. Sie seyen noch an Arterien vom Durchmesser eines Blutkörperchens deutlich wahrzunehmen (?) und dadurch seyen die feinsten Arterien noch von den Venen verschieden, denen jene Querstreifen fehlen sollen. Die Gefäße der feinsten Plexus erklärt Räuschel deshalb alle für Venen. An den Arterien der Pia mater sah er die Anschwellungen in den eigenthümlichen Fasern der Mittelhaut (Fig. XVII, D). Die Arterienfaser nach C. H. Schultz (Circulation. 1836. S. 220) ist netzförmig in langen Maschen verbunden, dicker als Zellgewebe (!). Gurlt's Abbildung der mittleren Haut der Arterien (Physiol. 1837. Taf. I. Fig 10) scheint auf die elastische bezogen werden zu müssen. Die Faserbündel der Venen (Taf. I. Fig. 11) sind Bindegewebebündel. Skey (*Phil. transact. 1837. p. 362*) leugnete die Uebereinstimmung der Ringfaserhaut der Arterien mit dem elastischen Gewebe und erkannte ihre Aehnlichkeit mit organischen Muskeln an, hat aber von diesen, wie von den Arterien nicht die eigentlichen, sondern nur die Kernfasern gesehen. In einer neueren Dissertation (Rosenthal, Form. granulosa. 1839. p. 12) schließt sich Purkinje wieder mehr der Ansicht von Schwann an, indem er nunmehr statt der eigenthümlichen, granulirten Fasern die netzförmig verbundenen Kernfasern für die eigenthümliche Gefäßfaser nimmt, aus welcher die mittlere Haut bestehe. Er fand ovale, an beiden Enden verdünnte Körperchen, welche in Fäden übergingen und Plexus bildeten. Daß Valentin (R. Wagner's Phys. 1839. S. 137) neben den Kernfasern der Ringfaserhaut die granulirten Fasern, als vertrocknete Zellenwände beobachtet habe, wurde bereits mitgetheilt. Was Gerber (Allg. Anat. 1840. Fig. 55) als elastisches Gewebe der mittleren Arterienhaut abbildet, sind Fasern der wirklichen elastischen Haut. E. H. Weber (Rosenmüller's Anat. 1840. S. 50) erklärt die Primitivfasern der mittleren Arterienhaut für ästig, zu einem Netze verwachsen, von geringerem Durchmesser als die Blutkörperchen, äußerlich quer und nur in der Nähe der inneren Haut der Länge nach verlaufend. Diese Beschreibung bezieht sich also wieder auf die Kernfasern.

Nicht besser hat man sich bei der Beschreibung der innersten Gefäßhaut verstanden. Ich habe schon früher erwähnt, daß die Anatomen unter diesem Namen die ganze Lage von Fasern und Häuten begreifen, welche sich der Länge nach abziehen läßt, also, nebst dem Epithelium, die gestreifte und die Längsfaserhaut, daß in gesunden Gefäßen diese Häute allzusammen noch nicht stark genug sind, um mittelst der gewöhnlichen Präparationsmethode dargestellt zu werden, daß dagegen in kranken Arterien und Venen die gestreifte Haut sich vervielfältigt und stärker wird. Deshalb konnte auch Schwann die innere Haut nicht bei Thieren, sondern nur beim Menschen abziehen. Deshalb ist auch dieselbe Membran, bald als innere Haut, bald, wenn sie stärker geworden war, als eine längslaufende Schichte der mittleren aufgefaßt worden (Räuschel S. 13).

Die Fasern der gestreiften Gefäßhaut sind schon von Ruys (Musc. fabr. 1751. p. 284) sehr gut charakterisirt, als Fäden, nicht stärker wie die feinsten Muskelfasern, der Länge nach verlaufend, aber nicht gerade, sondern häufig gebogen, winkelig, auch gespalten, selten parallel einander berührend. Hodgkin und Lister (a. a. O.) schildern dieselben als sehr zarte, glatte und gleichförmige Fasern, die sich in vielen Windungen durchkreuzen und gleichsam zusammengeflochten sind. Schwann hat an den Arterien die Fasern der Längsfaserhaut und der gestreiften Haut gesehen. Bei Entfernung der mittleren Haut kommt er auf Schichten, deren Fasern mit denen der mittleren Haut übereinstimmen, aber der Länge nach laufen (Längsfaserhaut); die von diesen nach innen gelegenen zeigen Fasern von demselben Charakter, die nur feiner und blasser sind, und um so feiner werden, je mehr man sich der innersten Fläche nähert; sie werden endlich so fein, daß man sie nicht mehr mit schwächerer wohl aber mit stärkerer Vergrößerung als Fasern erkennt, und unmittelbar auf der innersten Fläche befindet sich eine Lage, an der sich auch bei den stärksten Vergrößerungen mit Bestimmtheit keine Fasern nachweisen lassen. Diese Beschreibung paßt auf die gestreifte Haut; auch in Eulenberg's Abbildung (Fig. 9) lassen sich die Fasern derselben wieder erkennen, nur sind sie undeutlich, weil mehrere Schichten über einander liegen. An den Venen beschreibt Schwann als innere Haut nur die Kernfasern der Längsfaserhaut. Schwann hält darnach die innere Haut nicht für selbstständig, sondern nur für eine verfeinerte mittlere Haut; eine Annahme, welcher Valentin (Müll. Arch. 1838. S. 195) nach Ansicht des freien Randes der Venenklappen widerspricht. Während die geschlängelten Venenfasern (Bindegewebefasern der Klappen) in einiger Entfernung vom Rande aufhören, bestehe dieser allein aus derselben, durchsichtigen, innersten Haut, die nur helle und geradlinige, granulirte Faserstreifen zeige. Räuschel (S. 15) beobachtete den faserigen Bau der inneren (gestreiften) Haut, wodurch sie sich von der Demours'schen Haut und Linsenkapsel unterscheide. Nach E. H. Weber (Rosenmüller's Anat. S. 49) und Gurlt besteht sie ebenfalls aus feinen Fäserchen, welche nach Gurlt Netze mit engen Maschen bilden (Physiol. S. 21). In der Abbildung (Taf. I. Fig. 4) erkennt man aber, daß Gurlt nicht dieselbe Membran, wie seine Vorgänger, sondern das Epithelium gesehen hat, dessen Kerne er für die Interstitien der Maschen

nahm. Daß ein wahres Pflasterepithelium die innere Fläche der Gefäße überziehe, ist zuerst von mir beobachtet (Müll. Arch. 1838. S. 127) und von Schwann (Mikroskop. Unters. S. 84), Valentin (Müll. Arch. 1840. S. 215) und Rosenthal (Form. granul. p. 12) bestätigt worden. Ueber die Metamorphosen desselben haben Schwann und Valentin Bemerkungen mitgetheilt. Schwann vermuthet, daß die Zellen später zu einer theilweise structurlosen Schicht verschmelzen und daß einzelne übrigbleibende Kerne das Ansehen von Flecken geben, welche er schon früher in der inneren Haut der Gefäße gesehen und richtiger als Oeffnungen gedeutet hatte (die Löcher der gestreiften Gefäßhaut). Valentin ist ebenfalls der Meinung, daß beim Embryo die Zellen des Gefäßepitheliums, nachdem sie die rhombische Form angenommen haben, nach und nach in eine zuerst noch streifige und dann gleichartige Membran übergehen.

Ich hatte an den feinsten Gefäßen der Pia mater und des Gehirnes Zellenkerne gesehen, aber Anstand genommen, sie für eine Fortsetzung des inneren Epitheliums zu erklären, weil ich die Gefäße dieser Organe auch von außen mit Epitheliumzellen bekleidet sah, welchem die genannten Kerne angehören konnten. Schwann (Mikroskop. Unters. S. 184), welcher sie an den Capillargefäßen der Froschlarven wiederfand, bewies, daß sie nicht dem inneren Epithelium angehören könnten; er erklärte sie für die Kerne der primären Capillargefäßzellen. Valentin's Einwürfe dagegen und meine Bedenken habe ich schon oben bei Gelegenheit der Entwickelungsgeschichte der Gefäße mitgetheilt. Der Erste, der diese Kerne und zwar auch in den Gefäßen der Nervensubstanz beobachtet hat, ist, wie oben angeführt, Treviranus. Er hält sie für Blutkörperchen. Ehrenberg (Unerk. Structur. Taf. II. Fig. 2 f, 3 b, 5 c. Taf. III. Fig. 1 c, 4 a, 6 c u. a.) erklärte sie sogar für Kerne der Blutkörperchen, trotz ihrer ovalen Gestalt und Größe, und gründete darauf seine Theorie, daß die Blutkügelchen im Capillarsystem ihre Hülle ablegten und zu Nervenkügelchen würden.

Endlich muß ich noch der verschiedenen Deutungen gedenken, welche die Kerne in der Tunica adventitia und selbst der Ring- und Längsfaserhaut der feinsten Gefäße erfahren haben. Ich nahm sie, wie erwähnt, an den Hirngefäßen für Kerne von Zellen eines Epitheliums, welches als Fortsetzung des Epitheliums der Pia mater die Gefäße ins Innere des Gehirnes begleite. Zu den fadig aufgereihten Epithelien rechnet sie Valentin (Müll. Arch. 1840. S. 218). Remak (De syst. nerv. structura. p. 25) hielt sie für Kerne organischer Nervenfasern, welche längs den Gefäßen laufen. Purkinje hat sowohl die Kerne der primären Gefäßhaut, wie die transversalen Kerne der Ringfaserhaut und die longitudinalen der Tunica adventitia gesehen (Rosenthal, Format. granulosa. p. 12), zieht aber alle diese Kerne als Formatio granulosa zur äußeren Zellhaut.

IV. Vom Systeme der Chylus- und Lymphgefäße.

Der wichtigste Theil dieses Systemes ist, wie bei den Blutgefäßen, ein Capillarnetz, welches an den Oberflächen des Körpers und seiner Höhlen membranös ausgebreitet ist und in parenchymatösen Organen wahrscheinlich, ähnlich den Capillarnetzen der Blutgefäße, die einzelnen Läppchen und Bündel umspinnt. Den Gefäßen des Capillarnetzes wird aber ihr Inhalt nicht aus größeren Stämmen zugeführt, sondern sie tränken sich, wie es scheint, unmittelbar mit der Flüssigkeit, welche sie umgiebt; nur nach einer Seite sammeln sie sich in weitere und weitere Stämme, die endlich mit den Blutgefäßstämmen zusammenkommen. Das Lymphsystem hat also mit dem Blutgefäßsysteme nur die capillaren Netze und die venösen Aeste gemein, die arteriellen fehlen.

Das Capillarsystem der Lymphgefäße kennen wir aber noch nicht so vollständig und sicher, wie das Capillarsystem der Blutgefäße. Alle Methoden, deren man sich zur Erforschung des letzteren bedient, lassen uns bei jenem im Stiche. Anfüllung mit gefärbten Substanzen von den Stämmen aus ist der Klappen wegen eben so wenig möglich, als eine Anfüllung der blutführenden Capillargefäße von den Venen aus, und auch das natürliche Contentum der Lymphgefäße entzieht sich durch seine Farblosigkeit der Beobachtung.

Nur in dem Darmcanale finden wir Gelegenheit, die Ursprünge der Lymphgefäße kennen zu lernen, wenn sie während der Verdauung mit Chylus gefüllt sind, dessen Körnchen und Tröpfchen ihnen eine glänzend weiße Farbe ertheilen. Hier verhalten sie sich auf folgende Weise.

Die innere Fläche des Dünndarmes ist bei dem Menschen und vielen Säugethieren mit Zotten, feinen und dicht gedrängten Anhängen besetzt, welche sich im Wasser aufrichten und der ganzen Fläche ein sammtartiges Ansehen geben. Die Zotten sind im leeren Zustande platt, theils haarförmig, lang und schmal und selbst mit verdünnter Basis, theils klappenförmig, mit breiter Basis und gebogenem freiem Rande. Wenn ihre Lymphgefäße angefüllt sind, werden die schmalen Zotten cylindrisch. Die Länge dieser Anhänge beträgt 0,25—0,33''', der Durchmesser der cylindrischen 0,07—0,08'''. Sie sind durch die Schleimhaut des Darmcanales gebildet, welche,

mit ihrem Cylinderepithelium bekleidet, gleich einem Handschuhfinger oder gleich einer schmalen Falte in die Höhle des Darmes vorspringt. Die schmalen Zotten haben eine einfache centrale Höhlung, welche an der Spitze blind, zuweilen etwas kolbig erweitert anfängt und in der Axe bis zur Basis verläuft, die breiten Zotten besitzen entweder ebenfalls einen einfachen Canal, der an der einen Seite geschlossen beginnt und sich längs dem gebogenen Rande hinzieht, um sich an der anderen Seite in die Tiefe zu verlieren, oder sie haben zwei Canäle, die nebeneinander auf dem höchsten Theile der Falte mit blinden, oft rankenförmig gekrümmten Spitzen entspringen und von da aus divergirend jeder dicht an dem Seitenrande des Blättchens weiter fortgehen [1]. Man sieht diese Canäle, wenn man die Zotten, von der Oberhaut befreit, mikroskopisch betrachtet, durch zwei dunkle Ränder begrenzt; man sieht sie auf Querschnitten der Zotten als runde Oeffnungen; in chyluserfüllten Zotten sind sie der Sitz der silberglänzenden, weißen Farbe. Verfolgt man die Lymphgefäße, welche die Blutgefäße des Darmcanales begleiten und, wenn sie Chylus enthalten, zwischen den Lamellen des Netzes leicht aufgefunden werden, gegen die Höhle des Darmes hin, so sieht man sie in den interstitiellen Bindegewebeschichten zwischen den einzelnen Häuten des Darmes Netze bilden, welche bis zur äußeren Fläche der Schleimhaut vordringen [2]. Man kann zwei Lagen unterscheiden, eine innere, zwischen der Schleim- und Muskelhaut, und eine äußere, zwischen der Muskel- und serösen Haut. Die innere besteht aus Netzen mit länglichen Maschen, deren längster Durchmesser quer auf die Axe des Darmes steht. Diese Schicht nimmt Aestchen auf, welche aus der inneren Haut kommen und bei Trennung der inneren von der Muskelhaut durchschnitten werden. Sie giebt nach der anderen Seite eine Menge feiner Aeste ab, welche die Muskelhaut durchbohren und sich dann zu der äußeren Schicht vereinigen, welche aus längslaufenden, gleichfalls untereinander zusammenhängenden Gefäßen besteht, die viel stärker sind, bis zur Stärke eines Schreibfederkieles beim Löwen (Fohmann). Aus beiden Netzen gehen feine Stämme in schiefer Richtung ab zu den Lymphdrüsen am concaven Rande des Darmes. Aus den feinsten

1 Vgl. meine Symbolae ad anatom. villorum. Fig. 12, A.

2 Cruikshank, Einsaugende Gef. Taf. II. Fig. 1. *Sheldon*, *Abs. syst. Pl. II.* *Lauth*, *Essai. p. 31.* Fohmann, Anat. Unters. S. 28.

Verzweigungen des inneren Netzes, deren Durchmesser etwa 0,02‴ beträgt, gehen, ohne merklich feiner zu werden, Fortsätze unter rechtem Winkel gegen das Lumen des Darmes und in die Zotten ab und diese Fortsätze sind es, welche den oben beschriebenen centralen Canal der Zotten darstellen. Wird der Darm von der inneren Fläche angesehen, so nimmt man ein Stämmchen wahr, welches bedeckt von der inneren Schicht der Schleimhaut, und daher minder lebhaft glänzend, horizontal verläuft, rechts und links Aeste abgiebt, die in den Zotten aufsteigen und zuletzt selber in einer Zotte endet. Die Blutgefäße der Schleimhaut bilden sowohl auf der Fläche derselben, wie in den Zotten, viel feinere Netze, welche sich zu dem Chylusgefäß nicht anders verhalten, wie in Drüsen mit röhrigem Baue zu den Drüsencanälen.

So sah ich vor einigen Jahren die Anfänge der Lymphgefäße in den Zotten an einem während der Verdauung gestorbenen Menschen, wo sie stark mit Chylus gefüllt waren [1]. An demselben Stücke stellte Schwann den mittleren Canal durch Injection mit Quecksilber von den deutlich sichtbaren Lymphgefäßen der Mucosa aus dar [2]. Vogel und nach Vogel's Aussage auch R. Wagner haben in ähnlichen Fällen dasselbe beobachtet [3]. Bei geringerer Turgescenz ist oft der centrale Canal durch eine unterbrochene Reihe größerer Fettkügelchen angedeutet. Sehr häufig ist bei Menschen und Thieren nur die Spitze desselben mit einem Fetttröpfchen gefüllt, welches sich durch Druck zertheilen und in dem centralen Canale gegen die Wurzel der Zotte hinbewegen läßt [4].

Ob aber dieser Canal, welchen ich seitdem auf die sogleich zu beschreibende Art auch im nicht gefüllten Zustande oft wieder gesehen habe, der wirkliche Anfang der Lymphgefäße sey, wird durch eine Beobachtung von Krause [5] ungewiß. Nach Krause entsteht das Saugaderstämmchen in der Mitte der Zotte, dessen Weite nur 0,0139‴ beträgt, aus mehreren kleineren Saugadern, die zum Theil mit freien Enden anfangen, zum Theil netzförmig communiciren. Die größeren dieser Saugadern, welche unmittelbar in das Haupt-

1 Symbolae ad anatom. vill. Fig. 12, A.

2 J. Müller, Physiol. I, 265.

3 Schmidt's Jahrb. XXVI, 102.

4 Böhm, Kranke Darmschleimhaut. Taf. II.

5 Müll. Arch. 1837. S. 5.

stämmchen übergingen, hatten einen Durchmesser von 0,0123‴, die kleinsten 0,0061‴.

Krause fand es so an 14 einzelnen Zotten mehr oder minder deutlich, indem an einigen nur das mittlere, stärkere Lymphgefäß gefüllt war. Lymphgefäßchen von 0,02—0,03‴ gingen auch von einzelnen Lieberkühn'schen Drüsen aus.

In anderen Theilen sind, aus den angeführten Gründen, die Anfänge der Lymphgefäße noch viel zweifelhafter. Bei der gewöhnlichen Art, sie darzustellen, kann die künstliche Anfüllung derselben, mit Quecksilber, nicht ohne Gewaltsamkeit oder Verletzung bewirkt werden. Es giebt zwei Methoden:

1. Aus einem größeren Gefäße wird die Injectionsmasse gegen die Aeste zurückgetrieben und zurückgestrichen, da die Klappen einem stärkeren Drucke endlich weichen. Auf diese Weise stellten Haase[1] und Lauth[2] die feinen Lymphgefäße der Haut dar. Aber bei diesem Verfahren bleibt es ungewiß, ob man bis zum Anfange vorgedrungen sey; auch können Zerreißungen stattfinden, wie denn Haase öfters das Quecksilber aus den Poren der Haut hervorbringen sah.

2. Die Canule wird aufs Gerathewohl in die Haut, das Bindegewebe u. s. f. eingeführt; zuerst entsteht ein Extravasat und von diesem aus füllen sich die Stämme der Lymphgefäße, wie dies oft zufällig von einem Extravasat aus den Blutgefäßen geschieht. So verfahren die Meisten, Fohmann, Arnold, Breschet, Panizza. Die Methode ist ganz gut, um die Lymphgefäßstämme zu zeigen, erlaubt aber keinen Schluß auf die Wurzeln derselben. Während man bei der ersten Verfahrungsweise nicht sicher ist, bis zum Anfange vorzubringen, so scheint man sich hier noch vor dem Anfange zu befinden. Das Organ zeigt, auf diese Weise injicirt, gewöhnlich nur dichtgedrängte, mit Quecksilber gefüllte Zellen, die sich in allen Theilen auf dieselbe Weise verhalten und überall viel dichter sind, als die feinsten Blutgefäßnetze. Da nun in der Schleimhaut des Darmes, wo die Resorption gewiß am thätigsten, die Lymphgefäßanfänge weiter und minder zahlreich sind, als die Blutgefäße, und selbst noch von Blutgefäßen umsponnen werden, so ist es nicht wahrscheinlich, daß in irgend einem anderen Gewebe

1 De vasis cutis et intestinor. p. 5. 14.

2 *Essai sur les vaisseaux lymphat. p. 18.*

oder an irgend einer anderen Stelle die Masse der Lymphgefäße die der Blutgefäße so sehr überwiegen sollte. Die dichtgedrängten Zellen, welche in diesen Fällen injicirt werden, sind nichts Anderes, als die zelligen Räume des Bindegewebes: Fohmann und Arnold haben daher die Zellen des Bindegewebes selbst für Anfänge der Lymphgefäße gehalten, weil von ihnen aus die Lymphgefäße gefüllt werden können; allein häufig, wenn auch nicht ganz so leicht, dringt das Quecksilber auch in die Blutgefäße, ein sicherer Beweis, daß Zerreißung stattgefunden habe. Wie leicht diese möglich sey, zeigen die Versuche Müller's (Physiol. I, 266), welcher dadurch, daß er ein Darmstück strotzend mit Milch füllte und dann zwischen den Fingern preßte, die Milch in die Chylusgefäße eindringen sah; die Fettkügelchen der Milch konnten ohne Zerreißung der Schleimhaut nicht dahin gelangen.

Am zweckmäßigsten wäre das von Mascagni angewandte Mittel, gefärbte Flüssigkeiten in Höhlen einzuspritzen und die Aufsaugung derselben der eigenen Thätigkeit der Lymphgefäße zu überlassen. Die Injection soll nicht zu lange nach dem Tode stattfinden, bei Erwachsenen binnen 6—8 Stunden, bei Kindern soll sie jedoch noch 48 Stunden nach dem Tode gelingen [1]. Mascagni wandte dazu ein Gemisch von lauem Wasser und Tinte an und machte damit sehr feine Netze in der Pleura, dem Peritoneum u. s. f. sichtbar. Lauth [2] hat dies Mittel ebenfalls mit Erfolg benutzt. Anderen, z. B. Cruikshank und auch mir, gelangen diese Versuche gar nicht und man muß über Mascagni's Angabe bedenklich werden, da der Farbestoff der Tinte bekanntlich nicht aufgelöst, sondern nur in feinen, festen Partikelchen vertheilt ist, die so wenig, wie Zinnoberkörnchen, in geschlossene Gefäße eindringen dürften. Vielleicht ist auch zu diesen Einspritzungen ein Druck nöthig gewesen, der die Gefäße zerriß. Wer die Injection der Lymphgefäße nach Mascagni's Methode vornehmen wollte, müßte sich jedenfalls eines aufgelösten Farbestoffes bedienen. Ob indeß dies Mittel zum Ziele führt, ist auch noch fraglich, weil viele Stoffe von den Lymphgefäßen nicht aufgenommen zu werden scheinen und besonders deshalb, weil, wie ich zu meinem Bedauern erfahren habe, die ganze Oberfläche einer serösen Haut sich mit dem Farbestoffe tränkt,

1 Vas. lymphat hist. p. 14. 22.

[2] ...sai. p. 60.

so daß einzelne Gefäße nicht mehr unterschieden werden können. Ich glaubte, die Lymphgefäßanfänge im Peritoneum dadurch sichtbar machen zu können, daß ich eine Lösung von Cyaneisenkalium in lauem Wasser in die Unterleibshöhle eines lebenden Thieres spritzte, dies einige Minuten verweilen ließ, dann die Wände sorgfältig abwusch und eine Lösung von schwefelsaurem Eisen nachspritzte, welche ebenfalls einige Minuten zurückgehalten wurde. Die ganze Peritonealhöhle färbte sich gleichmäßig blau von einem Niederschlage, der sich nicht abwaschen ließ.

Es ist daher bis jetzt nur wahrscheinlich, daß die Anfänge der Lymphgefäße auf allen Häuten Netze bilden, wie sie auf der Schleimhaut des Darmes thun würden, wenn die Zotten nicht wären, und wie sie in der That auf der zottenlosen Schleimhaut des Darmes bei niederen Wirbelthieren thun. Bei den Reptilien und Fischen können sie von den Stämmen aus eingespritzt werden, da hier keine Klappen dem Vordringen des Quecksilbers im Wege stehen. Es erscheinen alsdann die von Quecksilber auf Kosten der Interstitien ausgedehnten Röhren wie gestreckte und anastomosirende, dicht zusammengedrängte Zellen [1]. In anderen Theilen sind die Netze, die man nach ihrem Ansehen und nach der Methode der Darstellung mit einiger Sicherheit für capillare Lymphgefäßnetze halten kann, aus Röhren gebildet, die mit bloßem Auge noch wahrnehmbar sind. Die Interstitien des Netzes sind mehr oder weniger weit, was zum Theil vom Grade der Anfüllung abhängt. Bei dem Menschen sah Lauth [2] durch Rückfluß des Quecksilbers aus einer Inguinaldrüse die Haut der Weiche stellenweise mit einem Netze feiner Gefäße so dicht bedeckt, daß man keine Stecknadelspitze in die Zwischenräume bringen konnte. In anderen Fällen sind die Maschenräume im Verhältnisse zum Durchmesser der Röhren immer noch ziemlich weit. Charakteristisch ist für die Lymphgefäßnetze, daß der Durchmesser der Röhren sich überall ziemlich gleich bleibt; ferner sind sie ausgezeichnet durch die rechtwinkelige und gestreckte Form der Maschen, deren längste Durchmesser in den Netzen verschiedener Schichten einander kreuzen. In allen Häuten liegen die

1 Fohmann, Saugadersystem der Wirbelthiere. Bd. I. 1827. Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia, 1830.* Ders. *Sopra il sistema linfatico dei rettili. Pavia, 1833.*

2 a. a. O. *p. 13.*

feinsten Netze der Oberfläche zunächst und stärkere darunter in der Tiefe[1].

Noch schwerer, als auf den Häuten, ist die Darstellung der Lymphgefäße im Parenchym der Organe, besonders deshalb, weil die Masse, welche zur Injection verwandt wird, nicht erstarrt und daher bei jedem Versuche zur Präparation sogleich ausfließt. Wir müssen uns fürs erste damit begnügen, zu wissen, daß auch aus dem formlosen Bindegewebe, aus den Drüsen, den Muskeln, selbst den Knochen Saugadern entspringen. In den Drüsen communiciren die tieferen Saugadern mit den oberflächlichen und die Stämme derselben kommen am Hilus mit den Stämmen der oberflächlichen Gefäße zusammen, wie dies am genauesten vom Hoden durch Panizza beschrieben worden ist[2]. Die Saugadern im Corpus cavernosum des Penis hängen mit denen der äußeren Haut an der Spitze der Eichel zusammen[3]. Cruikshank[4] sah Saugadern in den Körper eines Rückenwirbels eintreten und ihre Aeste sich durch die Substanz des Wirbels verbreiten, eine Beobachtung, welche Sömmerring[5] und Bonamy[6] bestätigen. Sie können, wie sich von selbst versteht, nur in den Markcanälen liegen. Gleich den Blutgefäßen verbreiten sich die Saugadern in die Interstitien der Organtheile, ohne indeß, wie es scheint, so weit vorzudringen, als

1 Von Abbildungen feinerer Lymphgefäßäste des Menschen, außer dem Darme, sind anzuführen: Werner et Feller, Vasorum lactearum descriptio. Tab. III. IV. (Leber). Haase, De vasis cutis et intestinorum. Tab. I. fig. 2 (Leberhaut). *Mascagni, Prodromo. Tab. VI. fig. 4* (Lungen). Ders., Historia. Tab. I. fig. 6 (Seröse Fläche der Leber). *Breschet et Roussel de Vauzème, Ann. des sc. nat. 2e sér. T. II. Pl. XII. fig. 39—41* (Leberhaut). *Breschet, Syst. lymphat. Pl. I. fig. 7—12* (Schleimhaut). *Pl. II. fig. 1* (Seröse Haut des Herzens nach einer Zeichnung von Lauth); *fig. 2* (Endokardium). *Panizza, Osservazioni. Tab. VI—VIII.* (Tunica vaginalis). Arnold, Tab. anat. Fasc. I. Tab. I. fig 1. 2 Tab. II. fig. 1. 7 (Gehirnhäute). Fasc. II. Tab. II. fig. 7 (Conjunctiva). Tab. XI. fig. 15 (Leberhaut). *Fohmann, Mém. sur les vaisseaux lymphat. Pl. I. II.* (Leberhaut). *Pl. III. VI. VII.* (Schleimhaut). *Pl. VIII* (Oberfl. des Herzens). *Pl.* X (Arachnoidea).

2 *Osservaz. p. 23.*

3 Ebendas. *p. 17.*

4 Einsaugende Gefäße. S. 172.

5 Anat. IV, 501.

6 *Breschet, Syst. lymphat. p. 40.*

die Blutgefäße; sie gehören also zunächst dem formlosen Bindegewebe an. Das Bindegewebe ist aber nicht alleiniger Träger der Lymphgefäße, wie man wohl behauptet hat. In den Zotten, in welchen die Lymphgefäße wurzeln, ist kein Bindegewebe vorhanden.

Nach Mascagni[1] sind noch die tiefen Lymphgefäße der Drüsen von Blutgefäßnetzen umsponnen, welche mit den eigenthümlichen Capillargefäßen der Drüse in Verbindung stehen.

Noch sind indeß die Lymphgefäße nicht in allen Theilen aufgefunden worden, in welchen man Grund hat, ihre Anwesenheit zu vermuthen. Da sie ursprünglich die Bestimmung haben, das aus den Blutgefäßen austretende Plasma aufzunehmen, so läßt sich erwarten, und die Erfahrung bestätigt es, daß sie den blutgefäßlosen Theilen fehlen, also den sogenannten Horngebilden, den Zähnen, gewissen Knorpeln, der Krystalllinse u. a., aber auch in der Substanz des Gehirnes und Rückenmarkes, im Auge, im inneren Ohre und in der Placenta werden sie noch zur Zeit vermißt. Daß sie hier wirklich fehlen, ist eben so und aus denselben Gründen ungewiß, als daß sie überall vorhanden sind, wo man sie mittelst der angegebenen Hülfsmittel sichtbar gemacht zu haben glaubte. Arnold[2] sah bei der Injection der Saugadernetze der Ventrikel sich Aeste füllen, welche bis zur Wand der Ventrikel gingen, hier aber ihrer Feinheit wegen zerrissen, so daß das Quecksilber stets in die Hirnkammern sich ergoß. Diese Gefäße scheinen in der Substanz des Gehirnes zu wurzeln.

Die Röhren der Capillarnetze der Lymphgefäße sammeln sich zu Stämmen, welche, einander ziemlich parallel, größtentheils mit den Venen verlaufen, aber zahlreicher und enger sind, als die entsprechenden Venenstämme, und sich vor den Blutgefäßen besonders dadurch auszeichnen, daß sie durch zahlreiche Anostomosen zusammenhängen und fast immer Plexus bilden, ferner dadurch, daß der Durchmesser der Stämme nur sehr allmählig gegen den Ductus thoracicus hin zunimmt und auf großen Strecken fast unverändert bleibt. Sie gehen meistens in gerader, selten in geschlängelter Richtung, zum Theil dicht unter der Oberfläche, zum Theil in der Tiefe mit den tiefen Gefäß- und Nervenstämmen. Ihre Zahl ist sehr ansehnlich; man nimmt etwa 30 oberflächliche Stämme am

1 Historia. Explic. Tab. II. fig. 8.

2 Bemerk. über d. Bau d. Hirnes und Rückenmarkes. S. 105.

Schenkel und 15—16 am Arme an. Je näher die Lymphgefäße dem Herzen kommen, um so weitläufiger werden die Netze, um so größer die Zwischenräume, und bei höheren Thieren verliert sich zuletzt die netzförmige Bildung meistens völlig im Ductus thoracicus, doch besteht auch dieser zuweilen aus gestreckten Maschen.

An vielen Stellen des Körpers, namentlich in der Kniekehle und Weiche, in der Achselgrube, am Winkel des Unterkiefers, am Halse, an der Lungenwurzel, im Netze und an der Wurzel desselben wird der Lauf der Lymphgefäßstämme durch die Lymphdrüsen unterbrochen, an deren Oberfläche sie sich plötzlich in eine Menge von Aesten auflösen, welche durch successive Theilung immer feiner werden, während von der anderen Seite feine Aeste wieder zu ausführenden Stämmen zusammentreten, und als solche weiter verlaufen. Die austretenden Stämme werden oft zum zweiten und dritten Male auf dieselbe Weise aufgelöst und wieder gesammelt, ehe sie den Ductus thoracicus erreichen. Nur selten erreicht ein Lymphgefäß den Ductus thoracicus, ohne durch eine Drüse gegangen zu seyn [1].

Bei dem Menschen und den Säugethieren scheinen sich die sämmtlichen Lymphgefäße aller Körpertheile zuletzt zu einigen Hauptstämmen zu verbinden, von denen der stärkste, Ductus thoracicus, die Lymphe aus den unteren Körpertheilen, der Bauch- und Brusthöhle und aus der linken oberen Körperhälfte in die linke Vena subclavia führt, während einer oder ein paar andere, viel feinere Stämme aus den Lymphgefäßen der rechten oberen Extremität und der rechten Hälfte des Kopfes entstehen und in die Jugularnerven ihrer Seite münden. Ausnahmsweise wurde eine Einmündung des Ductus thoracicus in andere Venenstämme, in die untere Hohlvene, die Vena azygos, oder eine Anastomose zwischen dem Ductus thoracicus und den genannten Venen, selbst mit den Venae lumbares beobachtet [2].

Die Structur der feinsten Lymphgefäße läßt sich in den Zotten recht wohl unterscheiden, wenn man dieselben von ihrem Cylinderepithelium entblößt und mittelst Essigsäure durchsichtig gemacht hat

[1] Cruikshank, a. a. O. S. 72.

[2] Otto, Path. Anat. I, 365. Wutzer in Müll. Arch. 1834. S 311. (In diesem Falle war das obere Ende des Ductus thoracicus verwachsen oder sehr verengt). *Breschet, Syst. lymphat. p. 111.*

(Taf. V. Fig. 26). In der Axe und um den centralen Canal zeigt sich alsdann eine Lage von schmalen und in die Länge gezogenen, an beiden Enden spitz zulaufenden, dunkeln Körperchen oder Zellenkernen (d d), ähnlich den verlängerten Zellenkernen der Gefäßhäute; sie liegen alle mit dem längsten Durchmesser der Längenaxe der Zotte parallel, in ziemlich regelmäßigen Entfernungen hinter- und nebeneinander, sowie die ursprünglich getrennten Kerne der Kernfasern in der Längsfaserhaut der feineren Blutgefäße. Ich konnte weder ein Epithelium im Innern dieser Schichten, noch querovale Kerne außen um dieselbe unterscheiden. Zunächst nach außen folgen sehr kleine, dunkle Körnchen in unregelmäßiger Lage (e) und dann, innerhalb eines schwach granulirten Gewebes, größere und kleinere Zellenkerne und Körnchen (a a f), welche der Schleimhaut und ihren Capillargefäßen angehören. Die Anfänge der Lymphgefäße in den Zotten bestehen demnach, wie die feinsten Capillargefäße, aus einer einzigen Haut und diese Haut entspricht, ihrem Baue nach, der Längsfaserhaut der Venen, denn daß die längsovalen Kerne in einer besonderen Membran liegen, darf der Analogie nach wohl für unzweifelhaft gehalten werden.

Das Ansehen der Darmzotte nach Behandlung mit Essigsäure liefert einen neuen Beweis für die Richtigkeit der oben gegebenen Beschreibung vom Ursprunge der Lymphgefäße. Die längsovalen Kerne reichen nicht bis zur Spitze der Zotte und nähern sich einander kurz vor der Spitze, wo, wie wir annahmen, der blinde Anfang des Chylusgefäßes sich befindet. Gäbe es Netze der Chylusgefäße, so müßten auch einige der Kerne schief und quer verlaufen. Dies kommt nicht vor; dagegen habe ich zuweilen eine Anordnung der längsovalen Kerne gesehen, die ich nicht ganz zu erklären weiß.

Es erschienen nämlich, in einiger Entfernung von der Spitze, zu einer oder beiden Seiten des mittleren Canales ähnliche und ebenfalls der Länge nach liegende Kerne, durch einen ansehnlichen Zwischenraum vom mittleren Canale getrennt, ziemlich noch am Rande der Zotte, zuweilen nur einzeln, zuweilen auch in Reihen hinter- und nebeneinander (b e). Man konnte vermuthen, daß hier kleinere, dem mittleren Canale parallele Röhren weiter hinten entständen und näher dem äußeren Umfange verliefen, doch wäre es auch denkbar, daß das centrale Gefäß sich bald nach dem Ursprunge rasch und bis an den Rand der Zotte erweitert hätte und daß der

größere Zwischenraum zwischen den längsovalen Kernen nur etwas Zufälliges wäre.

Die weitere Entwickelung der Häute habe ich an den Saugadern nicht so, wie an den Blutgefäßen, verfolgt, doch läßt sich erwarten, daß sie nach denselben Gesetzen stattfinde. Die größeren Lymphgefäßstämme und der **Ductus thoracicus** sind auf folgende Weise zusammengesetzt:

Die erste oder innerste Lage bildet ein Pflasterepithelium, welches sich eben so verhält, wie das Epithelium der Blutgefäße, und durch eine homogene Membran mit Zellenkernen vertreten werden kann. Die zweite Schicht läßt sich, zugleich mit dem Epithelium, in sehr feinen Fäden und Streifen der Länge nach abziehen, ist demnach eine Längsfaserhaut; die Elemente derselben gleichen größtentheils den Bindegewebebündeln und haben auch feine, nicht verästelte, aber sehr stark geschlängelte und gewundene Kernfasern, zum Theil und besonders in der innersten Lage haben sie das Ansehen der granulirten Fasern der mittleren Arterienhaut und sind eben so mit Kernen oder dunkeln longitudinalen Streifen versehen, welche bald zu einfachen Kernfasern verschmelzen, aber keine Aeste abgeben und kein Netz untereinander bilden, auch nicht so breit werden, wie die Kernfasern der Längs- und Ringfaserhaut der Blutgefäße. Endlich kommen alle Arten von Uebergangsformen zwischen den letztgenannten granulirten Fasern und den Bindegewebebündeln vor. Die Bündel liegen nicht ganz parallel, besonders nach außen hin, sondern machen ein Netz von rhomboidalen, sehr in die Länge gezogenen Maschen, welches schon mit bloßem Auge sichtbar ist.

Auf die Längsfaserhaut der Lymphgefäße folgt nach außen eine Ringfaserhaut von verschiedener Stärke, welche nichts Anderes, als Bindegewebebündel zu enthalten scheint, die auffallend leicht in einzelne Fibrillen zerfallen. Die Bündel sind zuweilen so angeordnet, daß sie breite ununterbrochen ringförmige Bänder darstellen, welche durch eben so breite Zwischenräume getrennt sind; dann erscheinen schon dem bloßen Auge Querstreifen in der Wand des Gefäßes, welche von älteren Beobachtern für muskulös gehalten worden sind [1].

Die Querfaserschicht geht allmählig in das formlose Bindegewebe über, welches das Lymphgefäß umgiebt. Zunächst bilden

1 Vgl. meine Symbolae. p 2. Fig. 1.

die Bündel des Bindegewebes Netze mit weiteren Maschen, deren längster Durchmesser in der Quere liegt, dann ändert sich allmählig die Richtung ihres Verlaufes in eine schiefe um, so daß sie sich in mannichfaltigen Richtungen durchkreuzen. Je lockerer die Schicht wird, um so mehr nähert sich der Charakter der dunkeln Kernfasern dem der elastischen Fasern; zunächst der Ringfaserhaut sind sie breit, einfach geschwungen, oft ästig, ohne jedoch eine besondere Membran zu bilden, wie in den Arterien. Das Bindegewebe, welches die Lymphgefäße zunächst umhüllt, enthält in der Regel viel Fett.

Im Ganzen sind die Wände der Lymphgefäße durchsichtig, feiner als an gleich starken Blutgefäßen, aber viel ausdehnbarer und fester, so daß sie den Druck einer viel höheren Quecksilbersäule aushalten, ohne zu zerreißen [1].

Die Klappen sind in den stärkeren Lymphgefäßstämmen, wie in den Venen, in der Regel paarweise einander gegenübergestellt. Selten kommen drei, oder eine einfache Klappe vor. Sie sind in den meisten Lymphgefäßen viel zahlreicher als in den Venen, und werden nur im Ductus thoracicus etwas seltener. An der Einmündungsstelle von Aesten sind es einfache Falten, wie die Bauhin'sche Klappe des Dickdarmes. In den feineren Zweigen, z. B. in den Saugadern der Leber, sind sie unvollkommene, ringförmige Säume, welche bei einiger Ausdehnung des Gefäßes den Rückfluß nicht mehr hindern (Lauth). An Gefäßen von $^1/_3$—$^1/_4$''' Durchmesser sind sie noch mit bloßem Auge aufzufinden, an feineren werden sie nach Valentin [2] mittelst des Mikroskops wahrgenommen. Ob auch die feinsten Aeste Klappen haben, ist nicht entschieden; in den Zotten ist nichts wahrzunehmen, was darauf deuten könnte, und die oben mitgetheilte Beobachtung von Schwann, welcher die Gefäße der Zotten von feinen Stämmchen der Mucosa aus mit Quecksilber füllte, spricht dagegen. Nach Fohmann [3] fehlen sie in den feinen Gefäßen der Haut und der Muskeln. Gleich den Venenklappen sind die Klappen der Lymphgefäße nur aus Bindegewebe gebildete, mit Epithelium überzogene Vorsprünge; an der Stelle, wo sie von der Wand des Gefäßes entspringen,

1 Werner et Feller, Descript. p. 15. *Sheldon, Hist. of the absorb. syst. p. 27.*

2 Repert. 1837. S. 72.

3 *Mém. sur les vaisseaux lymphat. p. 2 25.*

finden sich in dieser sehr entschiedene Ringfasern vom Ansehen des fibrösen Gewebes; diese Fasern sind weniger ausdehnbar, als die Wände des Gefäßes zwischen den Klappen, daher an den ausgedehnten Saugadern die den Klappen entsprechenden Einschnürungen und die bekannten knotenförmigen Auftreibungen dazwischen, während an den zusammengefallenen Lymphgefäßen die Stellen, wo sich Klappen befinden, als Anschwellungen erscheinen [1].

Die Structur der Lymphdrüsen ist noch nicht hinreichend gekannt. Es sind ovale und rundliche, meist plattgedrückte Körperchen, von 1‴ bis über 1″ Durchmesser, mit glatter Oberfläche, die größeren von einer fibrösen Haut umschlossen, welche mit dem lockeren Bindegewebe im Innern der Drüse continuirlich zusammenhängt. Die meisten sind röthlich, die Drüsen des Gekröses zur Zeit der Verdauung weiß, die der Lungen schwarz, der Leber gelb. Man sieht in ihnen, an der Oberfläche, wie im Innern, zahlreiche Lymphgefäßverzweigungen, welche von einer Seite aus einfachen Stämmen hervorgehen und nach der anderen Seite sich wieder in minder zahlreiche, aber weitere Stämme sammeln, ähnlich den Blutgefäßen in den drüsenförmigen Wundernetzen. Die Lymphgefäße mit den Blutgefäßen, welche sich auf den Wänden derselben verbreiten, und mit einem formlosen Bindegewebe, welches die Zwischenräume ausfüllt und Fett enthalten kann, scheinen, nach der Anfüllung der Saugadern mit Quecksilber, allein die Drüse zu constituiren, vielleicht sind auch einzelne, namentlich die kleineren Lymphdrüsen nichts Anderes, als Lymphgefäßknäuel [2]. In den größeren Saugaderdrüsen und namentlich im Pancreas Asellii der Thiere hat die Oberfläche ein mehr zelliges oder traubiges Ansehen und beim Zerreißen findet man in einer milchigen Flüssigkeit runde und, wie es scheint, solide Körperchen, den Acini mancher conglomerirten Drüsen ähnlich, noch ganz gut mit bloßem Auge zu unterscheiden [3]. Jedes besteht aus einem dichten Haufen mikroskopischer, runder Körperchen, von 0,0015—0,002‴ Durchmesser. Sie haben einen dunkeln punktförmigen Fleck in der Mitte, eine etwas höckerige

1 Abbildungen von *Breschet et Roussel de Vauzème, Ann. d. sc. nat. 2e sér. T. II. Pl. XII. fig. 42—45. Breschet, Syst. lymphat. Pl. I. fig. 1—3.*

(Allg. Anat. S. 166) unterscheidet diese Knäuel als falsche

Exp. inq. III, 51. Pl. II.

Oberfläche, sind zuweilen von einer blassen und engen Hülle umgeben und erhalten sich in Essigsäure unverändert. Viele Beobachter fanden nach dem Auswaschen und Trocknen der Lymphdrüsen hohle, zellenartige Räume in denselben, weiter als die feinsten Lymphgefäße, die unter einander in Verbindung stehen; es ist mir sehr wahrscheinlich, daß diese Räume die runden Körperchen enthielten, welche ich den Acini verglich. Anlangend die Bedeutung der zelligen Räume und dieser Körnchen, so sind zwei Deutungen möglich: 1. die Räume sind Varikositäten der Lymphgefäße selbst, die Flüssigkeit, die sie enthalten, ist Lymphe, die aciniartigen Körperchen müßten alsdann Placenta der Lymphe seyn. Dabei würde die regelmäßige Form derselben schwer zu erklären seyn. Auch sind die runden Körnchen, aus denen sie bestehen, zwar den Körperchen der Lymphe und ihren Kernen ähnlich, unterscheiden sich aber doch dadurch, daß sie nicht von Essigsäure in Elementarkörnchen gespalten werden, wie die meisten der hüllenlosen und selbst der mit einer Schale versehenen Lymphkörperchen. 2. Die Lymphgefäßnetze verlaufen zwischen den Acini; diese, durch Wände aus Bindegewebe geschieden, constituiren alsdann das eigentliche Parenchym der Drüse; dies Parenchym müßten diejenigen Beobachter, welche die Zellen gesehen haben, vorher ausgewaschen haben. Im ersten Falle würde der Bau der Lymphdrüsen sich nicht wesentlich von dem Baue der Wundernetze unterscheiden, nach der zweiten für jetzt wahrscheinlicheren Annahme stimmen sie mehr mit den sogenannten Blutgefäßdrüsen, Milz, Thymus u. a. überein, Drüsen ohne Ausführungsgänge, deren Zellen einen Stoff bereiten, der in das Blut zurückgelangt.

Die Saugadern haben ernährende Blutgefäße, welche besonders in den Lymphdrüsen zahlreich sind, ob auch Nerven, ist nicht gewiß. Aestchen derselben, welche an die Lymphdrüsen gehen, wurden häufig wahrgenommen [1], und Schreger [2] glaubt auch, daß sie sich in den Drüsen verbreiten; dagegen behauptet J. G. Walter [3], daß die Nerven, welche an Lymphdrüsen zu gehen scheinen, nur durch dieselben zu anderen Theilen gelangen.

1 Werner et Feller. p. 22. *Hewson, Exp. inq. III, 52.* Sömmerring, Anat. IV, 516. *Breschet, Syst. lymphat. p. 98.*

2 Beitr. I, 249. Taf. II. Fig. 3. 4.

3 Tabb. nerv. thor. Praef.

Physiologie.

Sind die Häute der Lymphgefäße contractil? Die physiologischen Experimente sprechen ziemlich entschieden dafür. Man sieht, wenn man die Bauchhöhle eines in der Verdauung begriffenen Thieres geöffnet hat, die strotzend angefüllten Chylusgefäße sehr bald ihren Inhalt entleeren und zusammenfallen. Dies kann nicht blos Wirkung der Elasticität nach der Verblutung seyn, denn die Gefäße werden dabei enger, als sie nach dem Tode sind [1] und bleiben gefüllt, wenn man ein Thier mit vollen Chylusgefäßen später als 24 Stunden nach dem Tode öffnet [2]. Freilich ist dann auch der Chylus zum Theil geronnen. Mojon will sogar eine peristaltisch fortschreitende Bewegung an den mit Chylus gefüllten Lymphgefäßen des Mesenteriums beobachtet haben [3]. Macht man in ein unterbundenes Lymphgefäß einen Einstich, so spritzt der Inhalt sprungweise hervor, so lange die Gefäße lebendig sind, während nach dem Tode der Chylus nur tropfenweise abfließt [4]. Auch dies könnte Folge der Gerinnung seyn. Bloßgelegte Lymphgefäße verengen sich bis zur völligen Verschließung [5]. Nicht blos ätzende chemische Substanzen bewirken Contractionen der Lymphgefäße. Meckel sah dieselben auf Anwendung von warmem Wasser, Schreger auf mechanische Reizung [6]. Valentin konnte dagegen nach Reizung mit dem Messer und Application von kaltem Wasser keine Contractionen an Lymphgefäßen sehen. J. Müller [7] ließ auf den Ductus thoracicus einer Ziege eine starke galvanische Säule wirken; er sah keine Zusammenziehung, aber nach einiger Zeit schien der Gang an dieser Stelle etwas enger und zeigte mehrere ganz unbedeutende Einschnürungen. Dies wäre, wenn es Folge des galvanischen Reizes war, um so merkwürdiger, da die Häute der Blutgefäße auf Galvanismus nicht reagiren.

1 Meckel, Anat. I, 228.

2 Fohmann, Verbindg d. Saugadern mit d. Venen. S. 33. Bruns, Allg. Anat. S. 126.

3 *Ann. des sc. nat. 2e sér. II, 230.*

4 Tiedemann und Gmelin, Vers. über d. Wege. S. 23. 67.

5 *Sheldon, Absorb. syst. p. 27.* Tiedemann und Gmelin, a. a. O. S. 33. Valentin, Repert. 1837. S. 244.

[illegible] irritabilitate vasorum lymphaticorum p. 40.

[illegible] Vol I, 275.

Nach allem diesem ist zwar die Irritabilität der Lymphgefäße noch keine ausgemachte Thatsache; kommt aber zu der nicht geringen Zahl affirmativer Beobachtungen die Aehnlichkeit des Baues der Saugadern mit den Venen, so darf man vermuthen, daß fortgesetzte Versuche günstig für die Irritabilität der ersteren entscheiden werden, zumal wenn sie in der Erwartung unternommen werden, langsam zunehmende und eben so wieder nachlassende Verengung des Lumens und nicht rasche Contraction, wie in den animalischen Muskeln, eintreten zu sehen. Ein Grund mehr für dieselbe liegt darin, daß ohne sie die Saftbewegung durch die Lymphgefäße zur Zeit ein unauflösliches Räthsel wäre.

Die Function der Lymphgefäße ist, Flüssigkeiten und in denselben aufgelöste Stoffe aufzunehmen, welche sich in den Höhlen des Körpers und in den Interstitien der Gewebe befinden [1]. Dazu gehören die von außen aufgenommenen und nöthigenfalls durch den Verdauungsproceß verflüssigten Nahrungsmittel und andere flüssige Materien, mit welchen die Oberfläche der Häute in Berührung erhalten wird, ferner Substanzen, welche durch normale oder krankhafte Auflösung organischer Gebilde erzeugt werden, vor Allem aber das Plasma des Blutes, welches die Gefäßwände durchdrungen und durch Austausch mit den festen Bestandtheilen zur Ernährung derselben gedient hat. Die Flüssigkeit, welche in den Lymphgefäßen enthalten ist, und die, welche die Interstitien der Organe und die serösen Höhlen tränkt, ist im Wesentlichen dieselbe. Hewson [2] sagt, daß, wenn die seröse Flüssigkeit in der Bauch- und Brusthöhle nicht gerinnt, auch die Lymphe der Lymphgefäße nicht gerinne und daß diese Flüssigkeiten, so wechselnd jede für sich, doch immer in jedem einzelnen Falle sich einander gleich verhalten.

1 R. Wagner hält es für wahrscheinlich, daß fein zertheilte, nur mechanisch beigemengte Körperchen absorbirt werden können (Physiol. S. 276). Er führt als Beweise an, daß die fein vertheilten Quecksilbermolecüle der grauen Salbe, von 0,0005‴ Durchmesser und größere, durch Einreiben ins Blut gelangen und daß bei einer am Arme tätowirten Soldatenleiche Zinnober in den Achseldrüsen gefunden wurde. Gegen das Erste läßt sich einwenden, daß die graue Salbe immer noch flüssiges Quecksilber enthält, welches nur durch das Fett in Tröpfchen gesondert ist. Beim Tätowiren aber wird bekanntlich die Haut, mit ihr werden die oberflächlichen Lymphgefäße verletzt und geöffnet.

2 *Exp. inq. II, 106.*

J. Müller bemerkt dasselbe[1] in Bezug auf Lymphe und Blutplasma. Bei Fröschen, welche gehungert hatten, gerann das Blut nicht und auch die Lymphe nicht. Es gilt dies natürlich nur für normale Verhältnisse der Exsudation, denn in Krankheiten einzelner Organe kann sich wässerige, nicht gerinnbare Flüssigkeit in Menge häufen, ohne daß Blut und Lymphe wesentlich verändert scheinen. Insofern die Lymphgefäße Blutplasma aufnehmen, sind sie ein nothwendiges Glied in der Kette der Circulation. Abgesehen von den eigentlichen Chylusgefäßen scheinen sie in verschiedenen Geweben in gerader Proportion zu den Blutgefäßen zu stehen und am zahlreichsten da zu seyn, wo nach früher entwickelten Gesetzen am leichtesten eine Anhäufung des Blutplasma stattfinden kann, an der Oberfläche seröser Häute und im formlosen Bindegewebe. Sollten sie im Gehirne wirklich fehlen, so kann man sagen, daß sie hier eher als anderswo entbehrlich sind wegen der Feinheit der Capillargefäße im Innern der Gehirnsubstanz und wegen der festen knöchernen Wand, die bedeutende Ergießungen erschwert. Dabei darf noch erinnert werden, daß wirkliche Extravasate im Gehirne viel häufiger als in anderen Organen zurückbleiben und sich zu Kysten umbilden, in welchen der Faserstoff als äußere Hülle das flüssige Serum umschließt. Um die normale Turgescenz zu erhalten, müssen die Lymphgefäße im gesunden Zustande immer eben so viel Plasma wegführen, als die Blutgefäße austreten lassen, und die Turgescenz bleibt normal, so lange die Thätigkeit der Lymphgefäße und die Exsudation aus den Blutgefäßen in gleichem Maaße fällt und steigt. Ist die Exsudation in dem Maaße vermehrt, daß die Saugadern zur Entfernung des Plasma nicht mehr hinreichen, so entsteht Hydrops mit seinen mannichfaltigen Modificationen, wobei, wie den Anatomen bekannt ist, die Lymphgefäße immer stark mit Flüssigkeit erfüllt und deshalb leicht aufzufinden sind. Aber auch bei normalem Verhalten der Blutgefäße kann Wassersucht durch Verschließung der Lymphgefäße sich entwickeln, wie die Phlegmasia alba und die ödematöse Anschwellung der Glieder beweist, deren Lymphgefäße durch Aufnahme eines thierischen Giftes entzündet und verstopft werden. Mascagni beobachtete[2], wenn er seine Füße stundenlang in warmem Wasser stehen ließ, daß die Leistendrüsen

[1] Physiol. I, 271.

[2] Gesch d. einsaug. Gef. S. 31.

mit etwas Schmerz anschwollen und aus der Eichel des Gliedes eine Feuchtigkeit ausschwitzte. Er erklärt dies sehr richtig daraus, daß die Saugadern des Schenkels, von einer Menge von Flüssigkeit ausgedehnt, den Saugadern des Penis den Abfluß verwehrt hätten; da aber die Blutgefäße fortfuhren, dieselbe Quantität von Feuchtigkeit abzusetzen, so floß Einiges wieder über die Schleimhaut aus. Später kam Kopfweh hinzu und ein katarrhalischer Ausfluß aus der Nase; ob auch diese, wie Mascagni meint, wegen Anfüllung des Ductus thoracicus, möchte schwerer zu beweisen seyn [1].

Daß die Lymphgefäße aufsaugen, ist unzweifelhaft. Die eben angeführten Thatsachen, die directe Beobachtung an den Chylusgefäßen, Versuche mit gefärbten und durch Reagentien leicht erkennbaren Stoffen, die gelbe Färbung der Saugadern der Leber bei Verstopfung des Gallenganges, die röthliche in Saugadern, welche aus Extravasaten kommen, die Anschwellung und Entzündung der Lymphdrüsen, welche ihre Gefäße von entzündeten Stellen erhalten, alles dies sind unwiderlegliche Beweise für die Resorption durch Saugadern. Aber wie, durch welche Kräfte sie einsaugen, ist noch unentschieden. Man hat an eine capillare Attraction gedacht, aber mit Capillarröhren ließen sich die Saugadern nur vergleichen, wenn sie offene Mündungen hätten. Andere nahmen an, daß durch das Aufsteigen der Lymphe luftleere Räume entständen, in welche neue Flüssigkeit eindringen müßte, dies wäre aber nur dann möglich, wenn die Anfänge der Chylusgefäße feste Wände hätten; nachgiebig, wie sie sind, werden sie im entleerten Zustande ebenso leicht durch den äußeren Luftdruck comprimirt, als von aufsteigenden Säften ausgefüllt werden. Da die Anfänge der Chylus- und Lymphgefäße von geschlossenen und permeablen thierischen Häuten gebildet werden und doch immer mit einem Minimum von Feuchtigkeit durchdrungen gedacht werden müssen, so kann auch das Eindringen von

1 Wenn bei Verschließung der Lymphgefäße das aus den Blutgefäßen exsudirende Plasma einen hohen Grad von Plasticität besitzt, so wird statt Hydrops oder Anasarka eine Art Hypertrophie die Folge seyn. Fett- und Bindegewebe, die sich am leichtesten aller Orten erzeugen, werden zunächst in abnormer Menge producirt werden. Sollten nicht manche locale Fettanhäufungen, sollte nicht selbst die Elephantiasis auf diese Art entstehen? Aus dem Zusammenhange zwischen den Lymphgefäßen der Genitalien und der unteren Extremitäten würde sich die räthselhafte Erscheinung erklären, daß bei der letztgenannten Krankheit die Deformität in diesen Theilen gleichzeitig auftritt.

Flüssigkeit in dieselben allein auf den Gesetzen der Endosmose beruhen, die nur leider vom physikalischen Standpunkte noch zu wenig erforscht sind, um eine Anwendung auf das Detail der organischen Vorgänge zu gestatten. Die Modificationen, welche eintreten, wenn ein Druck auf eine der Flüssigkeiten wirkt, die durch thierische Häute getrennt sind, sind nicht untersucht, und der Einfluß, welchen die Beschaffenheit der Membranen selbst ausübt, ist noch nicht zu berechnen. Wenn demnach die physikalischen Gesetze, so weit wir sie kennen, zur Erklärung der Resorption durch Saugadern nicht hinreichen, so berechtigt dies noch nicht, hierbei ein Walten besonderer Kräfte anzunehmen, vermöge deren die Saugadern mit einer freien und den Umständen sich vernünftig bequemenden Auswahl gewisse Materien an sich ziehen und andere verschmähen.

Es ist wahrscheinlich, daß die Lymphe, wenn sie sich einmal in den Wurzeln des Lymphgefäßsystems befindet, durch die Contraction der größeren Aeste und Stämme, eine Art peristaltischer Bewegung, weiter gefördert wird. Durch die Richtung der Klappen muß jede Contraction dazu dienen, sie nach dem Herzen zu befördern. Die erste Aufnahme der Lymphe oder des Chylus, z. B. durch die Wurzeln der Lymphgefäße in den Zotten, ist ein rein physikalischer Proceß, das weitere Aufsteigen eine Folge lebendiger Thätigkeit. Man kann danach die oben angeführte Erscheinung begreifen, daß häufig nur die Spitze des centralen Canales der Zotte mit einem Fetttropfen gefüllt gefunden wird, wie dies namentlich Böhm[1] aus Choleraleichen beschreibt.

Vergleichen wir die Saugadern mit den Venen, denen man auch, wir wollen sogleich sehen mit welchem Rechte, eine resorbirende Thätigkeit zuschreibt, so unterscheiden sich beide hauptsächlich darin, daß die in den Venen enthaltene Flüssigkeit mit der dem Blute vom Herzen mitgetheilten Kraft von innen nach außen, das die Lymphgefäße umspülende Plasma mit derselben Kraft von außen nach innen drückt, wodurch bei jenen die Ausschwitzung, bei diesen die Einsaugung begünstigt zu werden scheint. Sie unterscheiden sich ferner dadurch, daß die Blutadern immer voll und von Flüssigkeiten ausgedehnt, die Saugadern zu Zeiten leer oder fast leer sind, endlich dadurch, daß die Saftbewegung in den Blutadern durch eine Vis a tergo, in den Saugadern wahrscheinlich durch die Thätigkeit

[1] ...ranke Darmschleimhaut. S. 43.

der Röhren selbst vermittelt wird. Diese drei Momente scheinen mir hinreichend zur Erklärung der Unterschiede in der Resorption durch Venen und Saugadern.

Man kann beweisen, daß das Blut in dem Capillarsysteme nicht Flüssigkeit aufnimmt, sondern abgiebt, denn da dem Herzen immerfort Säfte zugeführt werden, so müßte die Blutmasse sich ins Unendliche mehren, wenn nicht an den Stellen, wo die Gefäßwände permeabel sind, ein Theil des Inhaltes wieder austräte. Die Venen saugen also nicht ein in derselben Weise, wie die Lymphgefäße, d. h. es dringt keine Flüssigkeit und namentlich nicht Wasser von außen in ihre Höhle. Die Stoffe aber, welche aufgelöst in den Flüssigkeiten innerhalb und außerhalb der Venenanfänge enthalten sind, tauschen sich nach den Gesetzen der Endosmose gegen einander aus, und wenn also auch Plasma nach außen durchschwitzt und zwar ein um so wäßrigeres, je concentrirter die im Parenchym enthaltene Flüssigkeit, so werden doch zugleich aufgelöste Materien von außen eingenommen. Nimmt man blos Rücksicht auf die Quantität der Flüssigkeit, so findet in den Venen immer Exsudation statt, keine Resorption, allein gelöste Gasarten oder feste Stoffe, Salze, Gifte, welche in den Interstitien des Parenchyms enthalten sind, gehen dabei in das Blut über und äußern ihre Wirkung durch das Blut. Auch Fett wird aus dem Chymus in die Blutgefäße des Darmes aufgenommen[1]. Eine solche Resorption muß natürlich auch dann fortdauern, wenn der Ductus thoracicus unterbunden ist[2], oder wenn die Lymphgefäße eines Theiles unterbunden und durchschnitten sind und derselbe nur noch durch Blutgefäße mit dem übrigen Organismus zusammenhängt, wie in den Versuchen von Magendie und Delille[3]. Die Resorption durch Venen muß auch viel früher ihre Wirkung äußern, als die durch Lymphgefäße, weil von dem Orte der Einsaugung das Blut eher, als die Lymphe, zu dem Herzen und weiter zu den Organen geführt wird. Blausaures Kali, welches in die Lungen eingespritzt war, fand Mayer schon nach 2—5 Minuten im Blute und viel früher im Blute und im linken

1 Meckel, De vasis lymphat. p. 13. Tiedemann und Gmelin, Vers. über die Wege. S. 8. 18. Westrumb, Einsaugungskr. der Venen. S. 22.

2 Brodie, Reil's Arch. XII, 162.

3 Meck. Arch. 1816. S. 250. Bestätigt durch Emmert und Rapp, ebendas. 1818. S. 192.

Herzen, als im Chylus und im rechten Herzen[1]. Es gelangt also, trotz der Exsudation aus den Blutgefäßen, durch Austausch in das Blut, durch Aufsaugung sammt seinem flüssigen Vehikel in die Lymphgefäße. Aber es giebt Stoffe, welche nur von den Blutgefäßen und nicht von den Saugadern aufgenommen werden, und dieser Umstand hat namentlich Anlaß gegeben, den Saugadern eine gewisse Intelligenz, eine Erkenntniß des Guten und Bösen zuzuschreiben. Tiedemann und Gmelin[2] wie auch Westrumb[3] fanden Riech- und Farbestoffe, welche sie Thieren in den Magen gebracht hatten, nie im Chylus, einige Mal im Blute und Urine, Salze häufig im Blute, selten im Chylus. Andere Experimentatoren erhielten entgegengesetzte Resultate[4]. Uebereinstimmend fanden dagegen Emmert[5], Schnell[6], Schnabel[7], Ségalas[8] und Westrumb[9], daß narkotische Gifte nach Unterbindung der Blutgefäße nicht tödten. Emmert brachte, nachdem er die Aorta abdominalis unterbunden hatte, in die Wunde eines Schenkels blausaures Kali, in die des andern einen Angusturaabsud. Der Harn reagirte auf Berlinerblau, aber es traten keine Vergiftungszufälle ein. Blausäure, in eine Wunde gebracht, wirkte ebenfalls nicht, so lange die Aorta unterbunden blieb; als aber nach 70 Stunden die Ligatur entfernt wurde, stellten sich die Vergiftungszufälle ein. Die Gifte müssen also in den Lymphgefäßen verändert worden oder nicht in dieselben eingedrungen oder nicht von ihnen fortgeführt worden seyn; das Erste anzunehmen, haben wir keinen Grund, um so weniger, da in dem eben erwähnten Versuche die Blausäure, nach 70stündiger Digestion mit den thierischen Flüssigkeiten in der

1 Meck. Arch. 1817. S. 485.

2 Versuche über die Wege. S. 16. 29. 44.

3 a. a. O. S 23.

4 Haller, Elem. phys. VII. 62. 207. *Hunter, Med. comment. I, 42.* Blumenbach, Institt. physiol. Ed. 1. §. 426. *Lister and Musgrave, Phil. transact. XIII. p. 6.*

5 Meck. Arch. 1815. S. 178.

6 Historia veneni upas antiarum. Tub. 1815. p. 31.

7 De effectibus veneni radicum veratri albi et hellebori nigri. Tub. 1817. p. 17.

8 *Magendie, Journ. de phys. II, 117.*

9 a. a. O. S. 52.

Wunde, in Schnell's Versuch das Strychnin nach 8 Stunden sich unverändert erwies; das Zweite ist unwahrscheinlich, da die Häute der Lymphgefäße von den Blutgefäßhäuten nicht verschieden scheinen und also für dieselben Substanzen permeabel seyn müßten: bleibt die dritte Voraussetzung. Wenn die Bewegung der Lymphe durch Contraction der Gefäßhäute erfolgt, so hört sie auf, sobald lähmende Einflüsse auf die Gefäßhäute wirken; daß aber narkotische Gifte die Bewegungen des Herzens lähmen, besonders wenn sie auf dessen innere Fläche wirken, ist durch die Versuche von Müller und Henry[1] bekannt. Auf diese Art ließe sich nicht nur das Ausbleiben der Vergiftungszufälle in den angeführten Experimenten erklären, sondern auch ein Argument für die muskulöse Natur der Lymphgefäße beibringen. Man dürfte nur den ersten Emmert'schen Versuch mit der Modification anstellen, daß das Eisensalz und das Gift in dieselbe Schenkelwunde gebracht würden. Bei den Venen ist es gleichgültig, ob ihre Muskelhaut von dem angebrachten Gifte gelähmt wird oder nicht. Die Bewegung erfolgt dann langsamer, wegen der Erweiterung der Canäle, aber sie erfolgt doch, durch den Stoß vom Herzen aus. Metallische Gifte stören vielleicht durch chemische Zersetzung die Thätigkeit der Lymphgefäße, wenn sie concentrirt angewandt werden. Es käme also auf die Menge an, die zum Versuche benutzt wird; daher der verschiedene Erfolg der Experimente.

Aus dieser Definition von der Auffaugung durch Venen ergiebt sich zugleich, daß wir, trotz dem erwiesenen Uebergange von Salzen und Giften unmittelbar ins Blut, dennoch den Blutgefäßen die Fähigkeit absprechen müssen, Extravasate, hydropische Flüssigkeiten, Eiter u. dgl. aufzunehmen; es sey denn etwa in den gewiß seltenen Fällen, daß ihre Dichtigkeit geringer wäre, als die des Blutes. Der Nutzen des Aderlasses zur Beförderung der Resorption, den man als Beweis einer Auffaugung durch Venen anzuführen pflegt, erklärt sich auf andere Weise eben so gut. Wird Blut entzogen und die Blutmasse verringert, so ziehen sich die Gefäßhäute auf ein geringeres Lumen zusammen; sie werden dadurch dichter, die Exsudation wird beschränkt und wenn die Lymphgefäße nur in gleichem Maaße in ihrer Thätigkeit fortfahren, so muß die Quantität der früher exsudirten Flüssigkeit sich mindern.

1 S. Müller's Physiol. I, 198.

Die Circulation des Blutes, obwohl im Wesentlichen nur vom Stoße des Herzens abhängig, wird doch durch manche Umstände erleichtert und befördert, welche man Hülfskräfte des Kreislaufes zu nennen pflegt; solche begünstigende Umstände kommen auch bei der Bewegung der Lymphe und des Chylus in Betracht. Namentlich gehören hieher die Contractionen des Darmes und die Compression seines Inhaltes, wodurch theils die Aufnahme des Chylus durch die Zotten, theils das Fortrücken desselben innerhalb der Darmwände beschleunigt wird. Poiseuille[1] sah die Körnchen in den Chylusgefäßen einer Maus sehr langsam und ruckweise schneller sich bewegen. Jede Beschleunigung traf mit einer Contraction des Darmstückes zusammen, von welchem das Gefäß ausging. Bei der schnellsten Strömung bewegten sich die Chyluskörnchen indeß immer noch langsamer, als die Blutkörperchen in den benachbarten Blutgefäßen, in den Remissionen standen sie zuweilen ganz still.

Ueber die Function der Lymphdrüsen können wir, bei der mangelhaften Kenntniß ihres inneren Baues, zu keiner bestimmten Einsicht gelangen. Sind sie bloße Gefäßknäuel, so besteht ihr Nutzen hauptsächlich nur in einer Verzögerung der Bewegung der Lymphe, und da die Lymphe das Cytoblastem ist, in welchem die Blutkörperchen sich bilden, so sind sie gleichsam Vorbereitungsclassen, in welchen die jungen Blutkörperchen verweilen, um gereifter ins Blutleben einzutreten; nebenbei wird immerhin durch Endosmose ein Austausch stattfinden zwischen der Lymphe und dem Blute der Gefäße, welche sich in der Wand der Saugadern verbreiten, wodurch das Blut dünner und die Lymphe concentrirter wird. Giebt es aber in den Lymphdrüsen eine besondere Drüsensubstanz, so ist sowohl das Product derselben, als die Art, wie es in die Lymphe oder das Blut übergeht, ferner zu erforschen. Man fühlt sich geneigt, den Lymphdrüsen noch eine besondere Bedeutung zuzuschreiben, weil sie bei Entzündungen, und nach Aufnahme gewisser namentlich thierischer Gifte eine besondere Theilnahme äußern und in der Skrofelkrankheit sogar primär und selbstständig zu erkranken scheinen. Doch ist dies Alles keinesweges beweisend. Bei der Entzündung ergießt sich ein consistenteres, zur Erzeugung von Zellen wahrscheinlich in höherem Grade disponirtes Plasma zugleich in vermehrter Quantität in das Parenchym und so auch in die Lymph-

[1] ...et, Syst. lymphat. p. 212.

gefäßanfänge; die weiteren Lymphgefäßäste und Stämme erfahren dadurch keinen Nachtheil; sobald aber die Stämme sich wieder in capillare Netze auflösen, wie in den Drüsen, treten auch die Nachtheile hervor, welche in einem Mißverhältniß der Weite der Röhren zu der Consistenz der Flüssigkeit und zu ihrem Reichthum an festen Körperchen beruhen. Deshalb leiden die Lymphdrüsen auch nur bei wahren Entzündungen, wo die Menge des Exsudates durch Atonie der Gefäße vermehrt und die Neigung zur Bildung neuer Zellen im Plasma groß ist, und nicht bei Exsudationen hydropischer Natur, wegen verminderter Dichtigkeit des Blutes. Ihr Verhalten bei Entzündung und den entzündungsähnlichen Zufällen ist deshalb ein wichtiges, noch nicht hinreichend anerkanntes, diagnostisches Moment. Bei der Aufnahme thierischer Gifte, z. B. nach Verwundungen an Leichen, sind die Drüsen nicht allein interessirt; sie sind es nur zuerst, weil die Schädlichkeit in ihnen am längsten stockt; aber es kommt nur auf die Quantität an, daß auch die Lymphgefäßstämme und endlich selbst die Venen sich entzünden. Als Grund der Skrofelkrankheit wird, nach einem beliebten Schematismus, ein Vorherrschen des lymphatischen Systemes angegeben. Ob sich damit eine bestimmte Vorstellung verbinden lasse, will ich nicht entscheiden. Sehr beachtenswerth scheint mir aber eine von Velpeau angestellte Untersuchung[1], wonach unter 900 skrofulösen Kindern, die an Entzündung der Lymphdrüsen litten, bei 830 mancherlei krankhafte Zustände der Haut und Schleimhäute, der Knochengelenke und des Bindegewebes aufgefunden wurden, welche den Drüsenleiden vorangegangen waren. Sollten in den anderen, selteneren Fällen locale Entzündungssymptome nicht nachgewiesen werden, in deren Folge die Lymphdrüsen secundär erkrankt seyn könnten, so ist zu bedenken, daß auch in dem normal exsudirten Plasma eine abnorm erhöhte Neigung zur Zellenbildung liegen könne, deren Folgen im Lymphsystem ähnlich sind den Folgen eines abnorm exsudirten Plasma mit normaler Neigung zur Bildung von Lymphkörperchen.

Ueber die erste Bildung der Lymphgefäße ist wenig bekannt. Die Drüsen bestehen nach Valentin[2] bei Embryonen von 3—4″ Länge aus Knäueln von Lymphgefäßen. Die Stämme am Halse

1 *Arch. génér. 1836. Janv.*

2 Müll. Arch. 1836. S. 178.

waren bei Embryonen von 5‴ Länge bereits deutlich. Im Alter sollen die Drüsen an Umfang abnehmen[1], nach älteren Anatomen z. B. Ruysch, auch an Zahl; dem widerspricht aber Cruikshank. Die Lymphgefäße sind einer Vergrößerung und Erweiterung fähig, gleich den Blutgefäßen, wie die Zunahme der Saugadern des Uterus und der Brüste zur Zeit der Schwangerschaft und Lactation beweist[2]. Sie verbinden sich wieder bei der Vereinigung zertrennter Theile und entstehen sammt den Blutgefäßen neu in accidentellen Theilen und Pseudomembranen.

In vielen Beziehungen weicht das Lymphgefäßsystem in der Thierwelt von dem menschlichen ab. Bei den wirbellosen Thieren kennt man keine Saugadern; wodurch die Function derselben ersetzt oder entbehrlich gemacht werde, ist gleichfalls unbekannt. Den Fischen fehlen die Zotten und die Lymphgefäße fangen auch auf dem Darme als einfache Netze an; sie haben keine Klappen und keine Drüsen. Die letzteren fehlen auch den Reptilien und kommen bei den Vögeln nur am Halse und in geringer Anzahl vor; an anderen Stellen scheinen sie durch Geflechte der feineren Aeste ersetzt zu werden. Bei vielen Säugethieren sind die sämmtlichen Gekrösdrüsen zu Einer Masse, dem Pancreas Asellii vereinigt (neben welchem ich indeß bei der Katze und dem Maulwurfe noch eine kleine Drüse finde), aus welcher ein oder ein paar Gänge den Chylus zum Ductus thoracicus führen.

Ausgezeichnet sind die Lymphgefäße der Reptilien durch ihre Weite, indem sie mitunter nur einfache Säcke und Röhren bilden, in deren Axe die Blutgefäße verlaufen. Bei den Reptilien kommen besondere Bewegungsorgane der Lymphe, die von Müller und Panizza entdeckten, muskulösen Lymphherzen vor, welche nunmehr in allen Ordnungen nachgewiesen sind.

Bei manchen Säugethieren finden sich regelmäßige Verbindungen zwischen dem Ductus thoracicus und den Venenstämmen der Brusthöhle, die beim Menschen nur ausnahmsweise vorzukommen scheinen. Bei den übrigen Wirbelthieren kom-

[1] Haller, Elem. phys. VII, 214. Cruikshank, a. a. O. S. 67.
[2] Wrisberg, Commentat. I, 461.

men auch Einmündungen einzelner Saugaderäste in einzelne Venenäste vor, z. B. münden bei den Vögeln die Lymphgefäße des Schenkels theilweise in Schenkel= und Beckenvenen (Fohmann) und bei den Reptilien führen die Lymphherzen des Schenkels die Lymphe in die Vena ischiadica (Müller).

S. die angeführten Werke von Hewson, Fohmann, Panizza. *Magendie, Mém. sur les vaisseaux lymphat. des oiseaux. Journ. de phys. I. 47.* *Lauth, Ann. d. sc. nat. III, 381* (Vögel).

Ueber Pancreas Asellii: Asellius in Mangeti Bibl. anat. T. II. Tab. 99. fig. 1 (Hund). Rudbeck ebendas. T. II. Tab. 100. fig. 2. 3 (Hund). Rosenthal, N. A. N. cur. T. XV. P. 2. p. 335 (Phoca).

Ueber Lymphherzen: Panizza a. a. O. Müller, *Phil. transact. 1833. P. I.* Archiv. 1834. S. 206. 1840. S. 1. Die Lymphherzen der Schildkröten. Berl. 1840. E. Weber, Müll. Arch. 1835. S. 535. Taf. XIII. Fig. 5—10. Valentin, Müll. Arch. 1839. S. 176.

Am 23. Juli 1622 entdeckte Aselli an einem lebend geöffneten Hunde die Chylusgefäße, als deren gemeinschaftlichen Stamm Pecquet im Jahre 1649 den Ductus thoracicus erkannte. 1651 wurden von Rudbeck die Lymphgefäße aufgefunden und von dieser Zeit an den Saugadern das Geschäft der Resorption, welches nach der Galenischen Lehre den Venen zugeschrieben worden war, unbestritten vindicirt. In der nächsten Zeit beschäftigten sich die Beobachter hauptsächlich mit der Erforschung des anatomischen Verlaufes der Lymphgefäße; die Verdienste, welche sich in diesem Gebiete Albin, Meckel, Hewson, Cruikshank, Haase und Mascagni erwarben, sind bekannt. Ueber die Anfänge und Endigungen der Lymphgefäße, sowie über den Bau und die Function der Saugaderdrüsen erhoben sich aber bald Streitigkeiten, die bis auf den heutigen Tag noch nicht entschieden sind.

Da feine Injectionen aus den Arterien häufig in die Lymphgefäße übergehen, so hielt sich eine Zeitlang die Ansicht, daß die Arterien zum Theil mit offenen Mündungen in die Lymphgefäße enden. Noch Haller spricht von dem Uebergange von Arterien in Saugadern. Nach unseren jetzigen Kenntnissen vom Blutgefäßsystem bedarf diese Ansicht keiner speciellen Widerlegung. Ob Saugadern auf den Wänden der Arterien entstehen, wie zuerst Hamberger aussprach (Physiol. med. §. 469), ist schwer zu entscheiden, erklärt aber in keinem Falle die Aufsaugung des Plasma durch die Saugadern, da das Plasma nur durch die Capillargefäße austritt, diese aber keine Lymphgefäße haben und, wenigstens in den Zotten, feiner sind, als die Lymphgefäßanfänge.

Die Zotten wurden von jeher als die Theile angesehen, an denen der Ursprung der Saugadern, mehr als sonstwo, der Beobachtung zugänglich wäre. Nach Aselli nahmen die älteren Anatomen offene, absorbirende Poren an, weil man ohne diese eine Aufnahme von Flüssigkeit sich nicht denken konnte, gingen jedoch auf die Beschreibung der Chylusgefäße in den Zotten selbst nicht näher ein. Zuerst beobachtete Brunn (Gland. duodeni. 1687. Ed. alt. 1714. p. 56) die Zotten sowohl im gefüllten als im leeren Zustande; im gefüllten beschrieb er sie als Wurzeln der Milchgefäße, welche über die Oberfläche der Schleimhaut vorragen, im leeren als Röhrchen. Daß jene Wurzeln und diese Röhrchen dasselbe waren, entging ihm. Peyer (Misc. phys.-med. Dec. II. 1688. p. 275) unterschied die mit Milchsaft gefüllten Zotten von den Milchgefäßen, die letzteren seyen feiner und ein einziges entstehe erst aus dem Zusammenflusse mehrerer Zotten. Eine Andeutung des centralen Canales der letzteren hat zuerst Leeuwenhoek (Opp. III, 63) wahrgenommen, denn er sah in den Zotten die Fettbläschen (aus den Alimenten) in longitudinaler Reihe hintereinander bald in Abständen, bald dichtgedrängt; sie erschienen ihm oval, was er dadurch erklärt, daß die Saugader zu enge sey, um ihnen eine Ausdehnung nach allen Seiten zu gestatten.

Genauer sind Lieberkühn's Beschreibungen (De fabrica et actione villor. 1745). Zu jeder Zotte gehe ein einziges, mit Klappen versehenes (?) Milchgefäß, dies dehne sich in eine ovale Blase (Ampulle) aus. Indem er in die Arterien der Zotte Luft einblies oder Wachs injicirte, machte er, durch Zerreißung, eine Höhle sichtbar, welche er für identisch mit der Ampulle hielt und von welcher er lehrte, daß sie mit einer zelligen, schwammigen Substanz ausgefüllt sey und daß Arterien und Venen mit offenen Mündungen in die Ampulle ragten. An der Spitze der Ampulle machte er eine Oeffnung sichtbar, indem er, ohne den sogenannten Darmschleim abzuwaschen, das umgestülpte Darmstück, mit der Schleimhaut nach außen, über einen Ring spannte und in Wasser flottirend, also bei mäßiger Vergrößerung, betrachtete. Was ihm hier als Oeffnungen erschien, waren Lücken in dem Epithelium, von welchem leicht einzelne Cylinder ausfallen, oder auch größere, gegen die anderen abstechende Cylinder. Gegen die Lieberkühn'sche Ampulle trat Hewson auf (*Exp. inq. II. 1774. p. 182*), welcher die Anfänge der Milchgefäße nicht nur beim Menschen, sondern auch bei den Thieren netzförmig fand. Cruikshank (Clark verm. Abh. 1782. S. 270) nahm eine kolbige Anschwellung der Lymphgefäßanfänge in den Zotten an, widerrief dieselbe aber in seinem größeren Werke; hier berichtet er die Zotten mit Chylus gefüllt, theils zu kleinen Bläschen angeschwollen, theils mit einem mittleren Canal gesehen zu haben, welcher aus strahlenförmigen Zweigen entstand, die an der ganzen Oberfläche der Zotten nach außen mündeten (*Anat. of the absorb. vess. 1790.* Uebers. S. 54) Wie leicht Lieberkühn zu mißverstehen war, mag Heuermann's Auszug bezeugen, welcher als Resultat aufstellt (Physiol. 1753. Th. III. §. 1206): die Milchgefäße entspringen mit dünnen Anfängen aus der Hohligkeit der Gedärme neben den Villis, breiten sich hierauf in kleinen Bläschen aus und treten in die sogenannte Nervenhaut der Gedärme hinein. Hedwig (Disquis.

ampull. 1797. §. 18) verstand unter Ampulle die ganze Zotte, Prochaska dagegen (Institutt. 1805. §. 742. Nota) die präsumirte Oeffnung der Zotte. Rudolphi hat das Verdienst, diese Oeffnungen für immer aus der Anatomie verbannt zu haben (Reil's Archiv. IV. 1800. S. 66. 75. 345. 393). Den Canal der Zotten sah er bei einer Maus, zuweilen bis in die Spitze dringen und keulenförmig enden (ebend. S. 51); bei einem Schweinsembryo erschienen ihm die Zotten auf dem Querschnitte hohl und leer (Anatom. physiol. Abhdlg. S. 47). Diese Beobachtung bestätigten A. Meckel (Meck. Arch. 1819. S. 316) und J. Müller (Phys. I, 252); der Letzte sah in den breiten, platten Zotten der Thiere mehrere, von der Basis nach dem Ende gerichtete, blind endende Canäle, dicht nebeneinander, wie ein unregelmäßiges Netzwerk. Die neueren Beobachtungen von Krause und mir wurden oben im Texte angeführt. Für den netzförmigen Anfang der Lymphgefäße in den Zotten hat sich Valentin erklärt (Rep. 1838. S. 100. Müll. Arch. 1839. S. 179); er hält selbst die von Krause beschriebenen mehrfachen blinden Stämmchen in Einer Zotte nicht für wirklich gesonderte Anfänge, sondern nur für Theile eines unvollkommen angefüllten Netzes, in welchem einzelne Lücken geblieben wären. Wenn dies auch richtig seyn sollte, worüber fernere Beobachtungen entscheiden werden, so ist doch der Beweis, den er aus dem Verhalten der Lymphgefäße in der Leber führt, nicht bindend. Daß an anderen Theilen, als an den Zotten, die Lymphgefäße mit einzelnen, geschlossenen Spitzen anfangen sollten, hat Niemand von uns behauptet, vielmehr sah ich selbst die centralen Canäle der Zotten nur als Auswüchse des capillaren Netzes an, welches die Darmschleimhaut bedeckt. Der Anschein eines centralen Canales kann auch nicht durch übermäßige Anfüllung und Ausdehnung des Netzes auf Kosten der Interstitien entstanden seyn, wie Valentin meint, da man denselben ebensowohl in nicht injicirten Zotten wahrnimmt.

Zur Annahme von Oeffnungen hat sich neuerdings wieder Treviranus verführen lassen (Beitr. II. 1835. S. 104). An allen diesen Täuschungen ist, wie man jetzt beweisen kann, hauptsächlich das mikroskopische Ansehen des Epitheliums und der Schleimhaut schuld. Entweder sah man, wie Lieberkühn, Löcher in der Oberhaut für Oeffnungen der Lymphgefäße an oder man nahm, wie Cruikshank (vgl. dessen Taf. II. Fig. 3) und Treviranus, die Kerne der Epitheliumzellen für Löcher; die seitlichen Contouren der cylindrischen Zellen hielt der Letztere für die Grenzen von Lymphgefäßen, die an den Löchern ihren Anfang nähmen. Ist das Epithelium abgewaschen, so können die Kerne und Pünktchen der Schleimhaut und selbst Fettbläschen wie Grübchen und Oeffnungen erscheinen (Hewson, Prochaska [?], Müller Phys. I, 265). Die Löcher endlich, welche Bohl (Viae lacteae c. h. 1741. Hall. Disp. anat. I. 619) und Shelbon (*Hist. of the absorb. syst. 1784. p. 37*) angegeben haben, sind Oeffnungen der Darmdrüsen, welche Shelbon als Zotten beschreibt.

Die Lieberkühn'sche Ampulle hat an Böhm kürzlich einen Vertheidiger gefunden (Die kranke Darmschleimhaut. 1838. S. 43. Taf. II.). Böhm sah in Choleraleichen sehr häufig, was man auch hier und da in anderen Cadavern wahrnimmt, daß die Zotte an ihrer freien Spitze ein Fetttröpfchen ein-

schloß. Aus der Höhle, in welcher das Tröpfchen saß, ließ es sich zuweilen in dem centralen Canal nach der Basis der Zotte hintreiben, häufiger trat es beim Drucke oder Behandlung mit Kali causticum an der Spitze der Zotte aus. Ob dies durch eine normale Oeffnung geschehe, läßt Böhm unentschieden, und meiner Meinung nach kann man diese Erfahrung auch ohne die Annahme einer solchen Oeffnung genügend erklären. Die Höhle, in welcher der Fetttropfen sich befindet, ist offenbar der Anfang des Chylusgefäßes und wenn man diesen, wegen der kolbigen Gestalt, die er zuweilen zeigt, Ampulle nennen will, so ist dagegen nichts zu erinnern; Lieberkühn hielt aber die Ampulle für eine eigenthümlich gebildete Höhle, in welche sich Gefäße öffnen und die durch zellige Scheidewände in Fächer getheilt sey; eine solche ist nicht vorhanden und wird auch nicht dadurch bewiesen, daß der Fetttropfen sich beim Drucke in einzelne Lagen oder kleinere Tröpfchen sondert. Eine ganz originelle, hoffentlich unrichtige Idee von dem Ursprunge der Chylusgefäße trägt Gerber vor (Allg. Anat. 1840. S. 164): die Kerne der die Zotten bedeckenden Epitheliumzellen sollen hohle, gestielte Bläschen seyn, die Höhlen sollen durch ihre Stiele mit einem größeren Lymphbläschen, das auch als ein Netz erscheint, zusammenhängen, aus diesem gehen die feinsten Lymphgefäße ab u. s. f. Der Beobachtungen von Fohmann und Panizza, wodurch die Ansicht von den offenen Anfängen der Lymphgefäße im Darme und anderen Theilen eine so gründliche Widerlegung erfuhr, habe ich bereits oben gedacht.

Hier muß ich noch eine Angabe von Breschet und Roussel de Vauzème über die Anfänge des Lymphsystems in der Haut erwähnen (*Ann. des sc. nat. 2e sér. T. II. 1834. p. 204*). Als inhalirende Gefäße derselben betrachten sie kleine Aestchen, welche dicht unter der Oberfläche der Epidermis und noch in der Substanz der letzteren anfangen, sich netzförmig verbinden, endlich zu Stämmchen zusammenfließen und in die Cutis eindringen sollen. Eins hat Breschet später hinzugefügt (*Syst. lymphat. 1836. p. 28*), daß nämlich die Spitzen der Gefäße in der Epidermis nicht frei und isolirt anfangen, sondern durch Schlingen zusammenhängen. Es bleibt diese Beobachtung nur noch dahin zu berichtigen, daß die Aestchen nicht in der Substanz der Epidermis liegen, sondern in den Papillen der Cutis, welche bis nahe unter die Hautoberfläche vordringen, ferner daß die beschriebenen Gefäße nicht dem Lymph- sondern dem blutführenden System angehören, da die Masse aus denselben, wie die Verff. selbst angeben, in die Blutgefäße der Cutis übergeht.

Ich komme zu einer zweiten Controverse, zur Endigung der Lymphgefäße. Es handelt sich darum, ob einzelne Saugaderstämme auch in einzelne Venenstämme übergehen, was, da es bei niederen Wirbelthieren gewöhnlich ist, auch bei dem Menschen und den Säugethieren angenommen wurde. Allein der Schluß von einer Classe auf die andere ist hier um so weniger statthaft, da in dem Blute entsprechende Verschiedenheiten vorkommen. Der Mangel des Kernes in den Blutkörperchen ist bei den Säugethieren die Regel, bei den übrigen Wirbelthieren Ausnahme; dies deutet darauf hin, daß bei jenen die Körperchen reifer in das Blut übergehen, als bei diesen. Dazu mögen sowohl die zahlreichen Drüsen, als der lange Weg, den die Lymphe von den entferntesten

Theilen zu durchlaufen hat, beitragen. Aus injicirten Lymphgefäßen geht die Masse häufig in Venenanfänge über, wie umgekehrt aus Arterien in Lymphgefäße; allein Pänizza versichert, daß jedesmal, wenn dies geschieht, die feinsten Blutgefäßnetze auf den Wänden der Lymphgefäße angefüllt seyen, wonach also der Uebergang eine Folge der Porosität oder Zerreißung der Wände zu seyn scheine (*Osserv. p. 80*). Offenen Uebergang eines unzweifelhaften Lymphgefäßes in eine Vene, was allein beweisend wäre, hat selbst Fohmann, der die Communication beider Systeme vertheidigt, so wenig als Lauth und Panizza bei Säugethieren gesehen, und unter den Neueren hat sich nur Valentin (Rep. 1838. S. 100) dafür erklärt. Hodgkin im Namen einer Dubliner Commission giebt zwar auch zu, daß eine solche Communication vorkommen könne, hält aber die Fälle für bloße Varietäten (*Report of the brit. assoc. 1837. p. 289*). In den Lymphdrüsen ist der Uebergang der Masse aus Lymphgefäßen in Venen ganz gewöhnlich; der ältere Meckel (Lindner, De lymphat. systemate. 1787. p. 78), Fohmann (Abhdg. der Saugadern mit den Venen. 1821. S. 23 ff.), Lauth (*Essai. p. 25*), Rossi (*Arch. génér. X. 1826. p. 439*) und Luchtmans (Fror. Not. XLI. 1834. S. 183) behaupten, daß dies ohne Zerreißung geschehe und also durch einen natürlichen Zusammenhang der beiden Systeme, ohne jedoch diesen Zusammenhang anatomisch bewiesen zu haben. Zur Unterstützung dieser Ansicht führen sie an, daß die zuführenden Lymphgefäße einer Drüse den ausführenden an Zahl oft weit überlegen seyen und daß die Venen, die aus einer Drüse kommen, häufig mit derselben Flüssigkeit gefüllt seyen, wie die Lymphgefäße. Bei der Erweiterung, welcher die Lymphgefäße fähig sind, scheint mir das erste Argument nur wenig beweisend und das zweite ist nicht bündiger, wenn man erwägt, daß selbst die Anfänge der Darmvenen Streifen von milchiger Flüssigkeit, d. h. von Fett, aufnehmen können. Auch ist der Uebergang in Venen, so häufig er ist, doch keineswegs constant, und selbst Fohmann und Lauth erklären, daß aus derselben Drüse bald injicirte Lymphgefäße und Venen, bald nur Lymphgefäße oder nur Venen kamen. Antommarchi (*Férussac, Bulletin. XVIII, 161*) sah sogar Arterien von den Lymphdrüsen aus sich füllen. Um diesen Uebergang von Saugadern in Blutgefäße darzustellen, war in der Regel ein bedeutender Druck nöthig, und das Quecksilber mußte mit dem Finger fortgestrichen werden, worauf es dann plötzlich in den Venen erschien (Mascagni. p. 47). Zuweilen entsteht Extravasat, wenn nicht, so kann es eben daher rühren, daß die Masse durch die Venen mit Leichtigkeit abfließt. Es scheint daher in diesen Drüsen dasselbe nur viel leichter sich zu ereignen, was bei der Injection von Saugadern durch Arterien oder Drüsencanäle und, wie Müller erinnert (Physiol. I, 269), bei der Injection von Blutgefäßen durch Drüsencanäle und umgekehrt; Gerinnung der Lymphe innerhalb der Drüse, krankhafte Verstopfung der Vasa efferentia mag die Zerreißung begünstigen. Gäbe es, wie Fohmann (S. 44) vom Pancreas Asellii der Phoca behauptet, Lymphdrüsen ohne ausführende Lymphgefäße, so würde freilich nichts übrig bleiben, als einen Uebergang der Lymphe in die Venen anzunehmen. Seine Angaben sind aber durch Rosenthal (s. oben) und Knox (Fror. Not. VIII. S. 49) widerlegt worden.

Von den Lymphdrüsen galt zuerst die Ansicht, daß sie Zellen hätten, in welche einerseits die zuführenden Gefäße Lymphe ergössen, aus deren Wänden sie von den ausführenden Gefäßen wieder aufgenommen würde. Werner und Feller (Vasor. iacteor. descr. 1784. p. 22) nahmen in jeder Drüse eine einzige Höhle wahr, Malpighi (De gland. conglob. p. 1) und Cruikshank (S. 77) sahen die ganze Drüse aus hohlen zelligen Räumen bestehen, die miteinander in Verbindung waren und durch die Räume gefüllt werden konnten. Diese Ansicht von den Zellen der Drüsen ist von der entgegengesetzten, wonach die Drüsen nur Knäuel von Gefäßen seyn sollen (J. F. Meckel, Vas. lymphat. 1757. p. 87. *Mascagni. p. 45. Lauth, Essai. p. 25)*, nicht wesentlich verschieden; die Zellen sind danach nur normale oder durch die Präparationsmethode erzeugte oder krankhafte Erweiterungen der Gefäße und als solche haben sie auch Lauth *(p. 28)*, E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 111), Burdach (Physiol. V, 28), Meckel (Anat. I, 225) erklärt. Sömmerring (Anat. IV, 518), wenn er annimmt, daß die Drüsen theils aus verschlungenen Gefäßen, theils aus Zellen bestehen, versteht darunter ebenfalls nur die injicirbaren Zellen. Die genannten Anatomen bemerken mit Recht, daß jedes röhrige Organ, z. B. der Hode, aufgeblasen oder injicirt und getrocknet, an der Oberfläche und auf dem Durchschnitte zellig aussehen würde. Ganz etwas Anderes aber sind die oben beschriebenen Acini, welche eben nach Injection der Drüse ungefüllt bleiben. Dahin gehören vielleicht Ruysch's Glomeruli (De fabrica gland. p. 65), welche weder hohl seyn, noch Flüssigkeiten enthalten sollen, jedenfalls aber die von Hewson erwähnten und abgebildeten Körnchen *(Exp. inq. III, 63)*, welche Mascagni mit Unrecht für Fettbläschen erklärt *(p. 46)* und das Enchym nach Purkinje (Naturf. in Prag. S. 175), welches er den Drüsenkörnern vergleicht.

Das Gewebe der Lymphgefäßhäute ist erst in der letzten Zeit Gegenstand mikroskopischer Forschung geworden. Die älteren Anatomen unterschieden zwei Häute, eine glatte innere Haut, die beim Ausdehnen zuerst reißt (die Längsfasern mit dem Epithelium), und eine äußere, mit Ringfasern, welche nur nach der oberflächlichen Betrachtung ihres Verlaufes von Einigen für muskulös gehalten wurde. Ich theilte meine Beobachtungen über die beiden Bindegewebelagen der Lymphgefäßstämme in den Symbolae (1837. p. 1) mit. Valentin leugnet (Repert. 1837. S. 243) die Existenz besonderer, transversal verlaufender Fasern; der größte Theil sey longitudinal und bilde Maschen, deren Räume von nach allen Richtungen hindurchgehenden Bindegewebebündeln ausgefüllt würden. Er beschreibt eigenthümliche, vom Bindegewebe verschiedene Fasern, die sich im freien Zustande schlängeln und 0,0018''' Durchmesser haben; beim Füllen enthielten sie feinere und nicht anastomosirende Primitivfäden. Krause (Anat. 2te Aufl. 1841. S. 45) vermuthet, daß dies elastische Fasern seyen, dagegen spricht aber ihre Breite und das Zerfallen in Fibrillen. Wahrscheinlich sind es dieselben Bindegewebebündel mit noch undeutlicher Längsfaserung und scharfen Contouren, welche ich aus der inneren Lage der Lymphgefäße und Venen beschrieben habe. Die innere Oberfläche der faserigen Mittelschicht wird nach Valentin von einer dünnen, structurlosen, sehr

fest angewachsenen Haut bedeckt, welche mit dem von mir beschriebenen Epithelium (Müll. Arch. 1838. S. 128) identisch zu seyn scheint. Nach Krause besteht die Tunica intima aus meistens longitudinalen, leicht geschlängelten, schräg sich kreuzenden Fibrillen (den Kernfasern der Längsfaserhaut?). Der von mir gegebenen Beschreibung schließt Bruns sich an (Allg. Anat. 1841. S. 123), bemerkt aber auch einzelne elastische Fasern, mit welchem Namen ohne Zweifel die Kernfasern bezeichnet sind.

Vom Muskelgewebe.

Unter Muskeln versteht man Organe, aus Fasern gebildet, welche auf gewisse Reize sich in der Richtung der Fasern verkürzen. Die Fähigkeit, sich auf Reize zusammenzuziehen, wird Irritabilität oder Contractilität genannt. Die Irritabilität beruht auf der Wechselwirkung der lebenden Theile und erlischt mit dem Tode. Sie ist dadurch wesentlich verschieden von der elastischen oder physikalischen Contractilität, dem Bestreben ausgedehnter Theile, zu ihrer normalen Ausdehnung zurückzukehren, welche sich auch an den isolirten, todten Organen erhält.

Wir haben schon in den vorhergehenden Abschnitten zwei Arten von Fasern kennen gelernt, welche der eben gegebenen Definition nach dem Muskelgewebe beigezählt werden müssen, die contractile Bindegewebefaser und die granulirte Faser der Gefäßhaut. Weil jene in ihren mikroskopischen und chemischen Eigenschaften dem fibrösen Gewebe so ähnlich ist und diese in ihrer allmähligen Entwickelung sich nur zugleich mit der Betrachtung des Gewebes der übrigen Gefäßhäute verfolgen ließ, schien es mir zweckmäßiger, ihnen, mit Hintansetzung der systematischen Ordnung, jene Stelle anzuweisen. Indeß finden sich auch noch physiologische und chemische Unterschiede, welche die Trennung einigermaßen rechtfertigen. Denn wenn auch das contractile Bindegewebe und die Ringfaserhaut der Arterien mit den hier zu beschreibenden Gebilden die Fähigkeit theilen, sich auf Reize zu verkürzen, so sind doch die äußeren Reize, welche sie zur Zusammenziehung bestimmen, nicht dieselben; die früher beschriebenen irritabeln Fasern reagiren auf Kälte, die folgenden nicht; jene dagegen reagiren nicht auf Galvanismus, welcher zu den wirksamsten Reizen für die jetzt zu beschreibenden Organe gehört. Chemisch unterscheiden sich die eigentlichen Muskelfasern von den früher abgehandelten Geweben dadurch, daß diese beim Kochen ganz oder theilweise in Leim übergehen, wogegen die

Muskeln fast keinen Leim geben. Wir könnten also die Benennung „Muskelgewebe" auf diejenigen contractilen Fasern einschränken, welche durch Galvanismus erregbar sind, und durch Kochen nicht in Leim verwandelt werden. Dabei möchte es aber immer gerathen seyn, vom physiologischen, wie vom anatomischen Standpunkte sämmtliche irritable Fasern als eine continuirliche, durch mancherlei Uebergänge verbundene Reihe aufzufassen, wie noch am Ende dieses Capitels gezeigt werden soll. Auf die chemische Differenz ist ohnehin wenig Werth zu legen, denn offenbar wird auch beim Kochen der Arterienhaut nur ein kleiner Theil in Leim verwandelt und dasselbe geschieht, nur in noch geringerem Maaße, bei langem Kochen mancher Muskelfasern, so daß es scheint, als hänge das Leimgeben von einem Stoffe ab, welcher den Muskeln in geringerer Quantität beigemischt ist, als der Ringfaserhaut der Arterien. Vielleicht liefern die Kernfasern den Leim. Wenn es leimgebendes Bindegewebe giebt, das sich auf Galvanismus zusammenzieht, so muß dieser chemische Charakter ganz wegfallen.

In ihren morphologischen Charaktern stimmen nämlich die ächten, gegen Galvanismus empfindlichen Muskelfasern zum Theil, wie es scheint, mit dem contractilen Bindegewebe, zum Theil mit den granulirten Fasern der Gefäßhäute überein, zum Theil zeigen sie eigenthümliche, von beiden abweichende Formen, und darnach können wir drei Arten von Muskelfasern unterscheiden.

1. Muskelfasern mit dem Charakter des Bindegewebes. Hieher gehört vielleicht das contractile Gewebe der Iris; ich sage vielleicht, weil einerseits Untersuchungen über den Bau der Iris noch nicht hinreichende Uebereinstimmung zeigen, um sie für vollendet anzusehen, andrerseits ihre physiologischen Reactionen noch zu wenig gekannt und zu räthselhaft sind. - Nur in chemischer Hinsicht ist ihre Uebereinstimmung mit dem Muskelgewebe gewiß. Ich finde in der Iris des Menschen und der gemeinen Säugethiere außer Gefäßen und Nerven und den eingestreuten Pigmentzellen nichts als Bündel von feinen, glatten, wellenförmig gebogenen Fibrillen, ganz wie Bindegewebebündel. Die Fibrillen sind, besonders bei Thieren, leicht von einander zu trennen, und beim Menschen mit zahlreichen, kleinen, in die Länge gezogenen Zellenkernen bedeckt. Krause sagt[1], daß andere, als Zellstoff- und

[1] Anat. I, 413.

Nervenfasern in der Iris nicht vorhanden seyen. Nichts anderes scheinen die Fasern zu seyn, welche Schwann in der Iris des Schweines darstellte [1]. Die Angaben der früheren Beobachter, ohne Kenntniß der mikroskopischen Eigenschaften des Bindegewebes, sind ohne Werth. Nach Valentin dagegen [2] stimmen die eigenthümlichen Fasern der Iris, welche von Bindegewebe durchflochten werden, mit den nicht gestreiften Muskelfasern anderer Körpertheile vollkommen überein. Die Bündel beschreiben Bogenabschnitte, deren convexester Theil sich an den analogen convexen Theil eines anderen Bogens anlege; der größte Theil der bogenförmig verlaufenden Faserbündel begebe sich in der Richtung vom Ciliarligamente nach der Pupille, stelle demnach Longitudinalfasern dar; ein anderer Theil verlaufe circulär, dem Rande der Pupille concentrisch. Aeußere longitudinale und innere cirkelförmige Fasern der Iris giebt auch Lauth an. Die Bewegungen, welche die Iris vollzieht, sprechen ebenfalls für diese Anordnung; denn es ist gewiß, daß die höchste Erweiterung, eben so wie die Verengung der Pupille von einer activen Contraction der Regenbogenhaut abhängt, und Arnold [3] hat es sogar wahrscheinlich gemacht, daß beide Zustände durch Erregung verschiedener Nervengruppen bedingt seyen. Es ist aber bei der Annahme einer so bestimmten Anordnung der Fasern noch zu erklären, wie es komme, daß auch künstliche, am äußeren Rande der Iris gelegene Pupillen, gleich der natürlichen, einer Expansion und Contraction fähig sind [4].

Nächst der Iris würden die Häute der Lymphgefäße zu dieser Classe von Muskeln zu zählen seyn, wenn J. Müller's oben angeführte Beobachtung sich bestätigt und sie auf galvanische Reizung sich wirklich verengen. Ohnehin unterscheiden sich die Saugadern von den übrigen Gefäßen, indem ihre Contractionen nicht blos tonisch, sondern peristaltisch sind.

2. **Muskelfasern mit dem Charakter der Fasern der mittleren Arterienhaut.** Zerlegt man die Muskelhaut des Magens oder Darmes oder die Muskelhaut eines Ausführungsganges, z. B. des Vas deferens, so weit als möglich in Fasern,

1 J. Müller, Physiol. II, 36.

2 Repert. 1837. S. 247.

3 Auge d. Menschen. S. 74.

4 E. H. Weber, Tractatus de motu iridis. Lips. 1821. p. 39.

Muskeln fast keinen Leim geben. Wir könnten also die Benennung „Muskelgewebe" auf diejenigen contractilen Fasern einschränken, welche durch Galvanismus erregbar sind, und durch Kochen nicht in Leim verwandelt werden. Dabei möchte es aber immer gerathen seyn, vom physiologischen, wie vom anatomischen Standpunkte sämmtliche irritable Fasern als eine continuirliche, durch mancherlei Uebergänge verbundene Reihe aufzufassen, wie noch am Ende dieses Capitels gezeigt werden soll. Auf die chemische Differenz ist ohnehin wenig Werth zu legen, denn offenbar wird auch beim Kochen der Arterienhaut nur ein kleiner Theil in Leim verwandelt und dasselbe geschieht, nur in noch geringerem Maaße, bei langem Kochen mancher Muskelfasern, so daß es scheint, als hänge das Leimgeben von einem Stoffe ab, welcher den Muskeln in geringerer Quantität beigemischt ist, als der Ringfaserhaut der Arterien. Vielleicht liefern die Kernfasern den Leim. Wenn es leimgebendes Bindegewebe giebt, das sich auf Galvanismus zusammenzieht, so muß dieser chemische Charakter ganz wegfallen.

In ihren morphologischen Charakteren stimmen nämlich die ächten, gegen Galvanismus empfindlichen Muskelfasern zum Theil, wie es scheint, mit dem contractilen Bindegewebe, zum Theil mit den granulirten Fasern der Gefäßhäute überein, zum Theil zeigen sie eigenthümliche, von beiden abweichende Formen, und darnach können wir drei Arten von Muskelfasern unterscheiden.

1. **Muskelfasern mit dem Charakter des Bindegewebes.** Hieher gehört vielleicht das contractile Gewebe der Iris; ich sage vielleicht, weil einerseits Untersuchungen über den Bau der Iris noch nicht hinreichende Uebereinstimmung zeigen, um sie für vollendet anzusehen, andrerseits ihre physiologischen Reactionen noch zu wenig gekannt und zu räthselhaft sind. – Nur in chemischer Hinsicht ist ihre Uebereinstimmung mit dem Muskelgewebe gewiß. Ich finde in der Iris des Menschen und der gemeinen Säugethiere außer Gefäßen und Nerven und den eingestreuten Pigmentzellen nichts als Bündel von feinen, glatten, wellenförmig gebogenen Fibrillen, ganz wie Bindegewebebündel. Die Fibrillen sind, besonders bei Thieren, leicht von einander zu trennen, und beim Menschen mit zahlreichen, kleinen, in die Länge gezogenen Zellenkernen bedeckt. Krause sagt[1], daß andere, als Zellstoff- und

1 Anat. I, 413.

Nervenfasern in der Iris nicht vorhanden seyen. Nichts anderes scheinen die Fasern zu seyn, welche Schwann in der Iris des Schweines darstellte[1]. Die Angaben der früheren Beobachter, ohne Kenntniß der mikroskopischen Eigenschaften des Bindegewebes, sind ohne Werth. Nach Valentin dagegen[2] stimmen die eigenthümlichen Fasern der Iris, welche von Bindegewebe durchflochten werden, mit den nicht gestreiften Muskelfasern anderer Körpertheile vollkommen überein. Die Bündel beschreiben Bogenabschnitte, deren convexester Theil sich an den analogen convexen Theil eines anderen Bogens anlege; der größte Theil der bogenförmig verlaufenden Faserbündel begebe sich in der Richtung vom Ciliarligamente nach der Pupille, stelle demnach Longitudinalfasern dar; ein anderer Theil verlaufe circulär, dem Rande der Pupille concentrisch. Aeußere longitudinale und innere cirkelförmige Fasern der Iris giebt auch Lauth an. Die Bewegungen, welche die Iris vollzieht, sprechen ebenfalls für diese Anordnung; denn es ist gewiß, daß die höchste Erweiterung, eben so wie die Verengung der Pupille von einer activen Contraction der Regenbogenhaut abhängt, und Arnold[3] hat es sogar wahrscheinlich gemacht, daß beide Zustände durch Erregung verschiedener Nervengruppen bedingt seyen. Es ist aber bei der Annahme einer so bestimmten Anordnung der Fasern noch zu erklären, wie es komme, daß auch künstliche, am äußeren Rande der Iris gelegene Pupillen, gleich der natürlichen, einer Expansion und Contraction fähig sind[4].

Nächst der Iris würden die Häute der Lymphgefäße zu dieser Classe von Muskeln zu zählen seyn, wenn J. Müller's oben angeführte Beobachtung sich bestätigt und sie auf galvanische Reizung sich wirklich verengen. Ohnehin unterscheiden sich die Saugadern von den übrigen Gefäßen, indem ihre Contractionen nicht blos tonisch, sondern peristaltisch sind.

2. **Muskelfasern mit dem Charakter der Fasern der mittleren Arterienhaut.** Zerlegt man die Muskelhaut des Magens oder Darmes oder die Muskelhaut eines Ausführungsganges, z. B. des Vas deferens, so weit als möglich in Fasern,

1 J. Müller, Physiol. II, 36.

2 Repert. 1837. S. 247.

3 Auge d. Menschen. S. 74.

4 E. H. Weber, Tractatus de motu iridis. Lips. 1821. p. 39.

so finden sich ähnliche, oft sehr lange Plättchen, wie in der Ringfaserhaut der Arterien und der Längsfaserhaut der Venen, mit denselben Kernen und derselben Umbildung der Kerne zu dunkeln Streifen (Taf. IV. Fig. 2); über die Mitte des Plättchens zieht der Länge nach bald nur ein längerer oder kürzerer und verhältnißmäßig breiter, an den Enden zugespitzter gelblicher, körniger Fleck (A. a), bald ein langer und schmaler, feiner dunkler Strich (D. b), bald eine unterbrochene Reihe feiner Pünktchen (E. d). In wenigen ist der Kern spurlos verschwunden (B B), zuweilen verräth sich der ehemalige Sitz desselben durch eine Anschwellung (C). Außer diesen Plättchen, die in der Nähe der serösen Oberfläche am häufigsten sind, erhält man einzelne Fragmente von breiten, sehr platten, steifen Fasern. Diese liegen in der Muskelhaut einander meist parallel, in größerer oder geringerer Zahl zu Bündeln vereint; selten gehen sie durch schiefe Anastomosen in einander über. Zwischen und über ihnen verlaufen die Kernfasern, welche oft ein ähnliches Netzwerk zusammensetzen, wie die Kernfasern der mittleren Arterienhaut, in anderen Fällen, ohne Aeste abzugeben, gleich den Kernfasern des Bindegewebes geschlängelt zwischen platten und granulirten Fasern verlaufen. Immer sind sie viel heller, zarter und weniger zahlreich, als in der Gefäßhaut. Essigsäure löst die granulirten Fasern auf und läßt die Kernfasern übrig (Taf. IV. Fig. 3); man muß diese aber kennen und suchen, um sie bei ihrer Feinheit wiederzuerkennen. Die granulirten Fasern des Magens und Darmes zeigen häufig schon eine undeutliche Abtheilung in feinere, steife und parallele Fibrillen (Fig. 2, A), die der Ureteren nähern sich dagegen, besonders gegen die Nieren hin, den Bindegewebebündeln, indem sie aus dem geraden Verlaufe in einen wellenförmig geschlängelten übergehen (D) und ebenfalls allmählig in feinere Längsfibrillen sich spalten. Die Breite der granulirten Muskelfasern beträgt 0,0024 – 0,0036‴, die Breite der Fibrillen ungefähr 0,0008‴.

Diese Art von Muskelfasern, welche man mit dem Namen der glatten, ungegliederten, auch organischen oder unwillkürlichen belegt hat, gehören hauptsächlich den Eingeweiden an. Sie finden sich in dem Darmcanale, von der unteren Hälfte der Speiseröhre an bis zum After, in den Ausführungsgängen, welche in den Nahrungscanal münden, namentlich in dem Gallen- und pankreatischen Gange, in den Ausführungsgängen der Speicheldrüsen und der Gallenblase, ferner in der Harnblase und den Ureteren, im

Vas deferens und den Samenblasen. In der Trachea folgt zunächst auf die Schleimhaut die Schicht von elastischen Fasern, welche in einzelne Längsbündel vertheilt sind und sowohl über die Knorpel, als über den hinteren, häutigen Theil weglaufen. Dann kommt eine Schicht querer, glatter Muskelfasern zwischen den hinteren Lücken der Knorpel, die aber nicht geradezu von einem Rande des Knorpelringes zum anderen gehen, sondern von der vorderen Fläche jedes Knorpelstreifens, einige Linien vor seinem Rande entspringen. Die Fasern sind ausgezeichnet durch ihr helles, schleimiges Ansehen, und dies scheint daher zu rühren, daß fast gar keine Kernfasern vorkommen, sondern die Kerne sich gesondert, obwohl sehr in die Länge gezogen, erhalten. Außen über die Muskelfasern liegt Bindegewebe mit vielen unregelmäßig eingestreuten, starken Kernfasern. Weiter hin an den Bronchien und in der Lunge, so lange noch Knorpelstreifen vorkommen, behalten die Verzweigungen der Luftröhre diesen Bau. Wenn nun ihre letzten Enden blos häutig werden, so verwandeln sich zugleich die longitudinalen elastischen Fasern der inneren Schicht gleichfalls in glatte Muskelfasern; die Röhren werden den Ausführungsgängen der Drüsen ganz ähnlich. Sie bestehen aus der (flimmernden) Schleimhaut, aus einer Lage longitudinaler glatter Muskelfasern, deren Bündel immer noch Lücken lassen, und aus vollkommen ringförmigen, ebenfalls glatten Querfasern, denen zuletzt wieder eine Schicht longitudinal geordneter Bindegewebebündel folgt. An den feinsten Bronchialästen kommen auch Umbildungen der Kerne in Fasern vor, wie in anderen glatten Muskeln. Ich habe diese Structur noch an Aesten von 0,2''' Durchmesser gesehen, wenn es gelang sie zu spalten, und auch, wenn ich sie unversehrt unter das Mikroskop gebracht und mit Essigsäure durchsichtig gemacht hatte. Die Thränenwege, die Ausführungsgänge der Brustdrüse und der Cowper'schen Drüsen bei beiden Geschlechtern habe ich nicht untersucht, doch haben die letzteren wahrscheinlich auch contractile Wände, da die Milch oft im Strahle aus der Brustwarze spritzt und der Saft der Cowper'schen Drüse beim Weibe zuweilen ebenfalls im Strahle hervorgetrieben werden soll [1]. An einem menschlichen Uterus mit reifer Frucht sah Schwann [2] sehr platte Fasern, von der Breite der Primitivbündel

1 Tiedemann, Von den Cowper'schen Drüsen des Weibes. S. 16.

2 Mikroskop. Unters. S. 167.

der varikösen Muskelfasern, ohne Querstreifen, Lauth dagegen[1] Bündel, denen des Herzens ähnlich, mit deutlichen Längsstreifen, seltenen und wellenförmigen Querstreifen.

3. Muskelfasern mit Querstreifen, auch gegliederte, varikose, animalische Muskelfasern genannt. Die rothen und deutlich faserigen Muskeln des Stammes und des Herzens bestehen aus diesen Elementen. Bekanntlich zerfallen die Muskeln, zumal durch Kochen, leicht in stärkere platte oder prismatische Fasern und jede dieser Fasern läßt sich nach einigem Maceriren, aber auch schon im frischen Zustande in eine Menge feinerer Fäden zerlegen, Fäden, welche an menschlichen Muskeln mit bloßem Auge eben noch wahrnehmbar sind, bei Fröschen dagegen die Stärke eines Haares erreichen, obgleich es auch hier viel feinere giebt. Diese Fäden sind die Primitivbündel der Muskeln; die zuerst erwähnten Fasern, welche aus einer gewissen Zahl von Primitivbündeln zusammengesetzt und durch Bindegewebescheiden von einander getrennt werden, kann man secundäre Muskelbündel nennen. Es giebt ein sehr bequemes Mittel, die Muskeln in ihre Primitivbündel aufzulösen; Stückchen Fleisch nämlich, welche zwischen den Zähnen hängen geblieben und eine Nacht über in den Mundflüssigkeiten digerirt worden sind, zerfallen sogleich beim Befeuchten mit Wasser und nöthigenfalls durch einen geringen Druck in feine, gerade und ziemlich steife, weiße Fäden, welche sich unter dem Mikroskope als Primitivbündel zu erkennen geben. Der Verlauf der isolirten Primitivbündel unter dem Mikroskope ist entweder gerade oder gekräuselt, seltener spiralförmig gewunden. Die einzelnen Biegungen der gekräuselten sind meistens in scharfen Winkeln gegeneinander abgesetzt, zickzackförmig (Taf. IV. Fig. 4, E. F), die Winkel der Zickzackbiegung sind mehr oder weniger spitz. Die Länge einer Linie zwischen beiden Schenkeln einer Zickzackbiegung (Fig. 4, F. a) beträgt 0,009—0,016‴, die Länge eines Schenkels (b) im Mittel 0,0047‴.

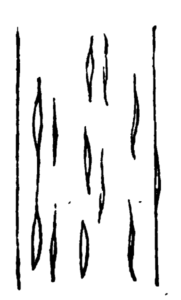
Die Breite der Primitivbündel beim Menschen und den Säugethieren ist sehr wechselnd. Die meisten haben 0,005—0,006‴, doch kommen Bündel bis zu 0,0176‴ Breite vor und wieder andere, sehr häufig, die nicht mehr als 0,002—0,003‴ messen. Nur die kleinsten nähern sich der cylindrischen Form; die größeren sind platt, wie man auf Querdurchschnitten secundärer Bündel und beim

[1] *l'Institut. 1834. No. 70.*

Wälzen der primären Bündel unter dem Mikroskope sieht, doch nie so platt, wie die ungegliederten Muskelfasern. Die größeren Primitivbündel sind durch dunklere, häufig aber unterbrochene Längsstreifen wieder in schmalere Bündel unvollkommen abgetheilt (Fig. 4, D).

Viele und namentlich die feineren Primitivbündel haben eine von dem faserigen Inhalte zu unterscheidende, structurlose und schwach granulirte, membranöse Hülle. Man bemerkt die letztere an Stellen, wo der Inhalt durch Druck oder Zerrung zerrissen ist und sich nach beiden Seiten zurückgezogen hat, in welchem Falle die zusammengefallene Scheide über die Bruchstelle sich fortsetzt. Man erkennt sie auch an dem Verhalten der Bündel in Essigsäure. Zwar werden durch concentrirte Essigsäure sowohl Scheide als Inhalt aufgelöst; der diluirten Essigsäure aber widersteht die Scheide eine Zeitlang, während der Inhalt hell wird und aufquillt. Alsdann zeigt sich das Primitivbündel von dunkeln Linien zu beiden Seiten begrenzt und am Ende, wo diese Grenzlinien aufhören, quillt die enthaltene Substanz wie eine kugelige Masse über die Schnittfläche hervor; auch im Verlaufe eines Bündels wird zuweilen eine Stelle der Scheide aufgelöst; das Contentum bildet dann an solchen Stellen kugelige oder auch einseitig bauchige Anschwellungen, welchen die dunkeln Contouren fehlen. Indeß ist, wie gesagt, die Scheide keineswegs allen Primitivbündeln eigen und kann an Bündeln von derselben Stelle, ohne alle Regel, an dem einen vorhanden seyn und am anderen fehlen.

Oft ist die Oberfläche eines Primitivbündels mit einzelnen, mehr oder minder zahlreichen Zellenkernen bedeckt, welche durch Behandlung mit Essigsäure deutlich werden; sie sind entweder breit, längsoval, mit Kernkörperchen versehen (Fig. 4, A. a. D. a a a), oder in längere oder kürzere, schmale, an beiden Enden zugespitzte Streifen ausgezogen, die halbmondförmig gekrümmt oder geschlängelt sind, gleich den Körperchen in der Wurzel des Haares, oder sie sind endlich in Reihen von 3, 4—6 kleinen dunkeln Körnchen umgewandelt. Die Kerne liegen bald ganz vereinzelt, bald alternirend oder einander gegenüber an den Rändern gestellt, bald auf der Fläche der Bündel in großer Menge, wie in der skizzirten Abbildung auf der folgenden Seite. Meist liegen sie gerade, der Längenaxe parallel, zuweilen aber auch schief und quer. Stehen einzelne gerade übereinander, so setzen sie sich mitunter durch feine Fäden



miteinander in Verbindung und stellen äußerst feine und gestreckte Streifen dar. Von einem Uebergange derselben in längere, wellenförmige, ästige oder gar spiralförmig verlaufende Fäden habe ich mich bei Menschen und Säugethieren nicht überzeugen können, obgleich die verlängerten Kerne öfters Einschnürungen am Rande machen, indem sie von der einen Fläche schief aufsteigend sich um den Rand herumschlagen. (Beim Frosche kommen allerdings auch einzelne Bündel vor, welche, wie Bindegewebebündel, von Spiralfasern umwickelt sind.)

Es fragt sich, ob die beschriebenen Kerne der Hülle angehören oder den sogleich zu erwähnenden Primitivfasern. Man kann sich die Primitivfasern eines Bündels wieder in einzelne Fascikel zertheilt und zu diesen Fascikeln die Kerne in demselben Verhältnisse denken, wie die Kerne der glatten Muskeln zu ihren Fasern. Wahrscheinlicher ist das Erste, daß sie nämlich in der Hülle der Muskelbündel liegen, denn man sieht sie nie in der Tiefe der Bündel, sehr häufig dagegen am Rande vorragen, und sie haben oft eine schiefe und quere Richtung, während die Primitivfasern immer nur einander parallel und longitudinal verlaufen.

Was die animalischen Muskeln vor den beiden früher genannten Arten von Muskelfasern und vor allen anderen Geweben auszeichnet, ist die Streifung der Bündel, welche sowohl quer über die Bündel, als auch in longitudinaler Richtung und vorherrschend bald in der einen, bald in der anderen Richtung hinzieht. Nur in dem Herzen trifft man, besonders in der nächsten Nähe des äußeren und des inneren Bindegewebeüberzuges Bündel an, welche nur einfach schwachkörnig, wie die glatten Muskelfasern, dabei aber wellenförmig gekräuselt sind, wie Bindegewebebündel, und so gleichsam zwischen beiden in der Mitte stehen. Andere kommen im Herzen und zuweilen auch in den Muskeln des Stammes vor, welche ein mehr feinkörniges Contentum zu haben scheinen, dessen Körner oder Pünktchen aber nicht in bestimmten Linien geordnet sind. Diese Körner, die auch an deutlich faserigen Muskeln oft zwischen und um die Fasern liegen, sind kein Product optischer Täuschung. Die Fäden können durch Essigsäure aufgelöst werden, die Pünktchen, feiner als irgend welche des thierischen Körpers, zerstreuen sich und bleiben ungelöst. In vollkommen ausgebildeten Muskeln

aber, wie die große Mehrzahl der Muskeln des Stammes sind, fehlen die erwähnten Streifen nie und nur das Verhältniß der Längsstreifung zur transversalen ist abwechselnd, so daß beide im umgekehrten Verhältnisse der Deutlichkeit stehen.

Es giebt Bündel, besonders unter den durch Maceration dargestellten, welche durch einfache und gerade, einander parallele, längslaufende Striche abgetheilt sind (Taf. IV. Fig. 4, F). Die Entfernung dieser Striche von einander beträgt etwa 0,0006‴ [1], wie man durch directe Messung ermitteln kann, noch sicherer aber dadurch, daß man die Breite eines ganzen Bündels mißt und dann mit der Zahl der Striche dividirt. Um die Rechnung möglichst zu vereinfachen, kann man jedesmal 10 Striche abzählen und die gewonnene Decimalzahl mit 10 dividiren. Die Längsstriche sind nichts Anderes, als die Grenzen feinerer Fasern, der sogenannten Primitivfasern der animalischen Muskeln. Sind die Primitivbündel schief durchgerissen oder durchgeschnitten, so sieht man diese Fasern an der Schnittfläche in sehr kurzen Strecken einzeln oder zu 2 oder 3 verbunden, treppenförmig übereinander hervorragen (Fig. 4, D). Es ist nicht immer ganz leicht, solche einfach längsgestreifte Muskelbündel von Bindegewebebündeln zu unterscheiden; man erkennt sie an der Schärfe und Dunkelheit der Längsstreifen, an der gelbröthlichen Färbung, an der winkeligen, zickzackförmigen Kräuselung; jeder Zweifel wird aber gehoben, wenn man, wie dies gewöhnlich ist, an anderen Stellen desselben Bündels die charakteristische Querstreifung auftreten sieht.

Zunächst an diese Form schließt sich eine andere, in welcher immer noch die Längsstreifung überwiegt; aber die Streifen sind nicht einfache Linien, sondern wie aus dichten Reihen dunkler Pünktchen zusammengesetzt (Fig. 4, A die obere Hälfte). Jetzt nehmen die Pünktchen an Breite zu und die Querstreifung gewinnt die Oberhand (s. dieselbe Figur, die untere Hälfte). Wenn die Pünktchen regelmäßig in Reihen nebeneinander liegen, so gehen die Querstreifen über das ganze Bündel; oft nehmen sie nur einen Theil desselben ein (Fig. 4, D. E), oft sind sie in ihrem Verlaufe mehr-

1 0,0006‴ Lauth (*l'Institut. 1834. No. 70*). 0,0009—0,0012‴ Krause. 0,001—0,0012‴ R. Wagner (Mens. microm.). 0,0004—0,0008‴ Treviranus (Beitr. II, 69). 0,007—0,0012‴ Ficinus. 0,0007‴ Skey. 0,0024‴ Müller (Phys. II, 33). 0,0005—0,0006‴ Harting. 0,0005—0,0006‴ Bruns.

mals abgesetzt und unterbrochen; sie können eine schiefe oder wellenförmige Richtung haben und können endlich ganz undeutlich werden, wenn die Pünktchen, obgleich der Länge nach regelmäßig gereiht, der Breite nach nicht aufeinander treffen. Mitunter hängt es ganz allein von der willkürlichen Intention ab, ob man, wie in dem

..... nebenstehenden Felde regelmäßig neben- und übereinander
..... geordneter Pünktchen, die longitudinale oder transversale
..... Richtung verfolgen wolle. Die Entfernung der Quer-
..... streifen, auf die oben angegebene Art gemessen, beträgt an

diesen Bündeln ebenfalls im Mittel 0,0006'''. Die Querstreifen gehen hier ebensowohl, wie dort die Längsstreifen, in der Regel durch die ganze Dicke des Bündels, und wenn man an einem stärkeren Bündel allmählig den Focus ändert, so treten anhaltend andere und wieder andere Querstreifen in den Focus bis zur unteren Fläche des Bündels, ein Beweis, daß sie nicht der Scheide angehören. Oft habe ich sie an Bündeln, die ich mit Essigsäure behandelt hatte, noch in dem aus der Scheide hervorgequollenen Inhalte erkannt. Durch Maceration und gelinden Druck [1] zerfallen die Bündel wirklich der Länge nach in Primitivfasern von der angegebenen Breite. Diese haben an der Seite des Schattens dicke, dunkle Contouren, welche wellenförmig gebogen oder abwechselnd schmaler und breiter sind (Fig. 4, A. d). Wo nur wenige Fasern zusammenliegen, erkennt man, daß die dunkeln Pünktchen, aus welchen die Querstriche zusammengesetzt sind, jedesmal an der Grenze je zweier Fasern und zwar durch die breiteren, dunkeln Stellen der Ränder gebildet werden (f). Je nachdem der Focus verändert wird, erstrecken sich die Schatten der Contouren über die ganzen Fasern und sie erscheinen entweder hell und dunkel gestreift (e) oder aus dicht aneinandergereihten, glänzenden Kügelchen gebildet (c) oder endlich aus isolirten, feineren, ganz dunkeln Pünktchen zusammengesetzt, die durch schmalere und hellere Fasern aneinandergereiht sind (b). Wir finden uns hier fast an der Grenze der Zuverlässigkeit unserer optischen Hülfsmittel und die unmittelbare Beobachtung allein vermag kaum zu entscheiden, welche Stellung des Focus und welches der verschiedenen Bilder richtig sey, ob

1 Um im Sommer die Bündel in Wasser zu erweichen und die verbindende Substanz aufzulösen, ohne die Muskeln der Fäulniß und Zerstörung durch Infusorien auszusetzen, räth Schwann, dem Wasser Strychnin beizufügen.

demnach die Muskelfaser einfach und feingekräuselt oder gestreift oder aus Kügelchen zusammengesetzt oder varikös, stellenweise angeschwollen sey. Andere Gründe kommen aber dazu, um es wahrscheinlich zu machen, daß die Erscheinung von Kügelchen jeder Art auf einer optischen Täuschung beruhe und ihren Grund nur in feiner Kräuselung der Primitivfasern habe, wodurch es geschieht, daß immer nur einzelne Strecken im Focus liegen und die anderen zerstreut gesehen werden. Dafür spricht 1. die Unbeständigkeit der Querstreifen und der unmittelbare Uebergang gerader Fasern in varikose, 2. die Erscheinung feiner Querstreifen am Bindegewebe, wenn es nach Behandlung mit Essigsäure aufzuquellen und sich zu runzeln anfängt.

Endlich kommen Primitivbündel vor, an welchen die Längsstreifen ganz unmerklich, höchstens durch dunklere, in größeren Abständen verlaufende, furchenartige Linien angedeutet, die Querstreifen dagegen auffallend deutlich und scharf sind (Fig. 4, C. G). Die Entfernung der einzelnen Querstreifen ist hier in der Regel beträchtlicher, doppelt so weit und weiter, als die Entfernung der Querstreifen an den eben geschilderten Bündeln und als die Dicke der Primitivfasern. Je nach der Beleuchtung erscheinen die Querstreifen wie breite dunkle Linien auf hellem Grunde oder wie helle Firsten auf dunkler Fläche, sie stellen sich aber nie als Reihen von Kügelchen dar, außer an Stellen, wo die Streifen der oberen und unteren Fläche, in gekreuzter Richtung verlaufend, einander schneiden (C). Diese Art von Streifen scheint auf die Oberfläche des Bündels beschränkt, eine schiefe Durchschnittsfläche zeigt sich an den Rändern scharf begrenzt und gegen die Axe hin nur blaß, schwach körnig. Am Rande der Bündel entsprechen den dunkeln Streifen mehr oder weniger tiefe Einschnürungen (G). Oft auch sieht es aus, als ob breite Bänder, durch die dunkeln Streifen begrenzt, sich am Rande spiralförmig fortschreitend auf die untere Fläche begäben; oft scheinen nach einer Seite hin oder gegen die Mitte der Oberfläche eines Bündels die dunkeln Zwischenräume zwischen den Bändern größer zu werden. Durch Maceration und Druck trennen sie sich in oft sehr kurze Stücke, welche an den Querstreifen glatt auseinanderweichen. Ist ein Bündel ungleich abgerissen, so sieht man keine Längsfasern vorragen, sondern es scheinen einzelne Stücke der queren Bänder abgerissen und übrig geblieben zu seyn (G). Hält man alle diese Beobachtungen zusammen,

so ist nichts wahrscheinlicher, als daß diese Primitivbündel, wenn sie auch etwa im Innern längsfaserig sind, doch außen von breiten, ring- oder spiralförmigen Bändern umsponnen werden und zwar so, daß in der Regel die einzelnen Windungen des Bandes einander genau berühren und keinen Zwischenraum lassen. Demungeachtet, glaube ich, muß man gewärtig seyn, daß auch diese Ansicht sich als Resultat eines optischen Betruges erweisen werde, und daß in diesen Bündeln die Primitivfasern vielleicht nur aufs Aeußerste gekräuselt sind. Noch fehlt für jenen Schluß der entscheidende Beweis, wenigstens ist es mir noch nicht gelungen, das präsumirte Querband abzustreifen und isolirt darzustellen, wie dies doch bei den Spiralfäden der Bindegewebebündel, bei den spiraligen Tracheenfasern der Insecten möglich ist. Auf der anderen Seite kommen, wenn auch selten, doch unleugbar, Zwischenformen vor, welche zwischen den querstreifigen Primitivbündeln der ersten und der zweiten Art in der Mitte stehen, Bündel mit dunkeln, linearen Streifen und schmalen Zwischenräumen derselben, andere mit körnigen, abgesetzten Streifen und breiten Zwischenräumen. Auch ist nicht zu übersehen, wie oft die Bruchstücke von Primitivbündeln der ersten Art scharf quer abgerissen sind, ohne daß Primitivfasern am Rande vorstehen.

Nach Jacquemin[1], Skey[2] und Valentin[3] befindet sich in der Axe aller Primitivmuskelbündel ein hohler Raum oder Canal, der mit einer gallertartigen Substanz gefüllt seyn soll; ob derselbe mit einer Membran ausgekleidet sey, läßt Valentin unentschieden. Skey spricht von einem gallertartigen Ueberzuge der Längsfasern an derer innerer, der centralen Höhlung zugewandter Fläche, der sich also zwischen den Fasern und der Röhre befinden müßte. An ganzen Bündeln, wenn man den Focus allmählig ändere, sollen erst Quer- dann Längsfasern erscheinen, dann eine structurlose Schicht, nach dieser abermals Längen- und zuletzt Querfasern; zuweilen will Skey den centralen Canal als Oeffnung auf schiefen Durchschnitten wahrgenommen haben, doch gesteht er zu, daß dieser Bau nicht immer ganz deutlich sey. Valentin führt als weiteren Beweis für das Daseyn einer inneren Höhle an, daß frische Mus-

1 Isis. 1835. S. 437.
2 *Philos. transact. 1837. p. 377.*
3 Müll. Arch. 1840. S. 207. Berl. Encyclop. Art. Muskeln. S. 209.

kelbündel, quer durchſchnitten, ſich oft in der ganzen Circumferenz nach außen umſtülpen, ſo daß eine Art von mehr oder minder trichterförmigen Eingangshöhlen entſteht. Dieſe Erſcheinung habe ich auch oft geſehen, muß aber bekennen, daß ich mich weder dadurch, noch durch irgend eine andere der angegebenen Methoden von der Exiſtenz des centralen Canales mit Beſtimmtheit überzeugen konnte. An den Bündeln mit breiten Querſtreifen ſieht man im Innern nur eine einfache, gleichförmige Subſtanz, an denjenigen mit ſchmalen oder ohne Querſtreifen ſah ich die Faſerung bei jeder Stellung des Focus und jedenfalls iſt es falſch, was Skey behauptet, daß die Längsfaſern jedesmal weiter nach innen, als die Querſtreifen liegen ſollen. Ich machte mir ſehr feine Querdurchſchnitte von Primitivbündeln, indem ich Stücke getrockneter Muskelſubſtanz der Quere nach ſchabte und das Abgeſchabte in Waſſer aufweichte; die Durchſchnittflächen ſahen ganz gleichförmig fein punktirt aus und dieſe Punkte, die Durchſchnitte der Primitivfaſern, fehlten auch im Centrum nicht. Dagegen habe ich an Muskelbündeln, namentlich des Herzens, die ich mit Eſſigſäure durchſichtig gemacht hatte, häufig eine Erſcheinung beobachtet, welche mir für die Exiſtenz einer eigenthümlichen Axen- oder Markſubſtanz, wie man ſie nennen könnte, zu zeugen ſchien. Größere und kleinere dunkle Körnchen (Fig. 4, B. a a) lagen in ſchmalen, unregelmäßigen Längsreihen in der Mitte des Bündels, von einem Körnchenhaufen zum anderen ſetzten ſich zwei dunkle Linien fort, wie Wände eines die Körnchen einſchließenden Canales. Man kann dieſe Körnchen leicht mit denjenigen verwechſeln, welche nach theilweiſer Reſorption der in der Hülle gelegenen Kerne übrig bleiben, allein ſie liegen tiefer und unterſcheiden ſich auch durch die von denſelben ausgehenden, breiten Streifen. Kommt noch hinzu, daß in den unreifen Muskelbündeln des Embryo vor der völligen Entwickelung der Primitivfaſern das Daſeyn eines ſoliden oder hohlen Cylinders in der Axe ſo deutlich und faſt von allen Beobachtern wahrgenommen iſt, ſo darf man an der Richtigkeit der von den genannten Forſchern gegebenen Beſchreibung nicht zweifeln und nur das möchte ich in Frage ſtellen, ob die Markſubſtanz ſich in allen Muskelbündeln beſtändig geſondert erhalte und ob ſie nicht durch die faſerige Rindenſubſtanz nach und nach verdrängt werden könne.

Gegliederte Bündel haben alle Muskeln, welche vom Skelete ausgehen, dazu gehören auch die Muskeln des Auges, des inneren

Ohres [1], ferner die Muskeln des Zungenbeines, der Zunge und des weichen Gaumens, die Muskeln des Kehlkopfes und die Constrictoren des Schlundes, die Hautmuskeln (Subcutaneus colli beim Menschen), die äußeren Sphinkteren und die Muskeln des Dammes [2]. Von den Oeffnungen des Körpers aus gehen die varikösen Bündel eine Strecke weit an den Canälen nach innen und verlieren sich dann allmählig. An der Speiseröhre reichen sie nach Schwann [3] und Skey [4] über das erste Drittel bis zu ihrem Eintritte in die Brusthöhle, nach Ficinus [5] und Valentin [6] setzen sie sich bis zur Kardia fort und laufen hier strahlig aus, während die glatten Bündel des Magens zackenartig in die Zwischenräume der Strahlen eingreifen. So fand ich es auch beim Schafe. Der unterste Theil des Mastdarmes enthält variköse Bündel [7]. Von den Dammmuskeln aus erstrecken sich gegliederte Bündel, als Constrictor, über die Pars membranacea der Harnröhre, die glatten Muskeln nehmen vom Blasenhalse ihren Anfang [8]. Zu den animalischen Muskeln gehören, wenn man die Structur der Bündel berücksichtigt, das Herz, die dem Herzen zunächst gelegenen Anfänge der großen Venenstämme, und bei den Reptilien die Lymphherzen [9], ob auch der Uterus, ist noch zweifelhaft. S. oben.

Die chemischen Eigenschaften der Muskeln mit Rücksicht auf ihre einzelnen Elemente sind noch wenig erforscht. Die Bündel und Fasern scheinen sich in Wasser und Weingeist nur wenig zu verändern; lange macerirt trennen sie sich leichter in die Primitivfasern und zerfallen der Länge nach in einzelne Bruchstücke. In kochendem Wasser ziehen sie sich anfangs zusammen und werden

1 J. Müller, Physiol. II, 380.

2 Als eine merkwürdige Ausnahme verdient erwähnt zu werden, daß beim Pferde ein blasser, an der Unterseite des Penis gelegener Muskel (Gurlt, Vgld. Anat. I, 285. II, 106) ungestreifte Bündel besitzt (Valentin, Repert. 1838. S. 106).

3 J. Müller, Physiol. II, 34.

4 a. a. O. *p. 381.*

5 De fibra muscul. p. 13.

6 Repert. 1837. S. 86.

7 Ficinus, a. a. O. p. 16.

8 J. Müller, Organ. Nerven d. Geschlechtsorg. S. 19.

9 Treviranus Beitr. II, 72. Valentin, Müll. Arch. 1839. S. 177.

fester, nach längerer Zeit aber erweichen sie sich. In concentrirter Essigsäure lösen sich, wie erwähnt, sowohl die Scheiden als die Primitivfasern auf; in verdünnter Essigsäure quellen sie auf, werden brüchig und durchsichtig, wobei mitunter die transversale, mitunter die longitudinale Streifung deutlicher hervortritt; die Kerne der Scheide erhalten sich dabei unverändert. In kohlensaurem Kali werden die Fasern fest, die wellenförmig gebogene, aber sonst cylindrische Form der Primitivfasern wird sehr deutlich (Ficinus). Die Muskeln gehören zu den Theilen, welche am leichtesten faulen. Die Veränderungen, welche sie im Magensafte erfahren, hat Schultz beschrieben [1]. Sie bleiben in ihrer Verbindung nebeneinander, trennen sich aber in Stückchen der Länge nach, die immer kleiner werden, und zerfallen zuletzt in kleine, rundliche Kügelchen. Valentin beschreibt eine pendelartige Schwingung, welche die frischen Muskelbündel in Berührung mit Wasser zeigen [2]. Dieselbe kann eine halbe Stunde und länger anhalten.

Die aus den Muskelfasern zusammengesetzten Organe zeichnen sich durch ihre rothe Farbe aus, welche an den animalischen Muskeln in der Regel viel lebhafter ist, als an den organischen, obgleich es auch blasse animalische und hochrothe organische Muskeln giebt. Z. B. ist die Muskelsubstanz des Magens der Vögel dunkel, obgleich aus ungegliederten Bündeln gebildet, die animalische Muskelsubstanz der Fische ist größtentheils bleich und bei manchen Vögeln (Birkhuhn) wechseln im Systeme der animalischen Muskeln dunkle und helle Schichten. Die rothe Farbe kann schon aus diesem Grunde nicht von dem Blute der Capillargefäße der Muskeln herrühren, da diese sich überall so ziemlich gleich verhalten; sie zeigt sich auch, wiewohl schwach und als ein gelblicher Schimmer an isolirten Primitivbündeln unter dem Mikroskop. Sie muß also durch einen, mit der Substanz des Muskels verbundenen Farbestoff bedingt seyn. Dieser Farbestoff gleicht dem Blutrothe darin, daß er von Wasser ausgezogen an der Luft heller, in Schwefelwasserstoff dunkel wird. Schwann sah aber [3] die blassen Muskeln des Karpfen einmal bei der Maceration in der Kälte im Winter nach einiger Zeit stark roth werden. Diese Erscheinung läßt sich aus

1 De alimentorum concoctione. p. 34.

2 Berl. Encycl. Art. Muskelbewegung. S. 187.

3 J. Müller Physiol. II, 31.

den Reactionen des Hämatins nicht erklären, beruht aber auch wahrscheinlich gar nicht auf dem Farbestoffe der Muskeln, da Gruithuisen ausgewaschenen und ganz weißen Faserstoff des Blutes nach einiger Zeit roth werden sah [1].

Bei der chemischen Analyse der Muskeln im Großen gewinnt man die eigenthümlichen Substanzen derselben, verunreinigt durch die Producte, welche das Bindegewebe, die Blutgefäße und das Blut, die Lymphgefäße und die Lymphe, die Nerven und das Fett liefern.

In 100 Theilen frischem Fleische, vom Ochsen, sind enthalten:

	Berzelius.	Braconnot.	Schloßberger [2].
In kaltem Wasser unlösliche Stoffe	17,70	18,18	17,5
Lösliches Eiweiß und Farbestoff	2,20	2,70	2,2
Alkoholextract mit Salzen . .	1,80	1,94	1,5
Wasserextract mit Salzen . . .	1,05	1,15	1,3
Albuminhaltiger phosphors. Kalk	0,08		spurw.
Wasser (und Verlust)	77,17	77,03	77,5
	100,00	100,00	100,0

Der Substanz, welche nach Ausziehen mit kaltem Wasser und Verdunsten des Wassers getrocknet zurückbleibt, kann durch Kochen der aus dem Bindegewebe herrührende Leim, durch Aether das Fett entzogen werden. Der Rest, 15,8 Procent, verhält sich wie Faserstoff, und quillt mit Essigsäure zu einer Gallerte auf, die sich durch Digeriren in Wasser löst. Ein geringer Antheil von häutigem Gewebe fällt dabei als graue Materie zu Boden. Dieser Antheil Faserstoff gehört theils dem Blute, theils dem Muskelgewebe an. Die durch Auspressen erhaltene Flüssigkeit, welche die im Wasser löslichen Materien des Blutes und des Muskelfleisches enthält, ist nicht alkalisch, wie das Blut, sondern röthet Lakmuspapier. Die saure Reaction rührt von Milchsäure her, welche theils frei, theils an Alkali gebunden durch Alkohol ausgezogen werden kann. Ueber die extractiven Materien s. den chemischen Theil.

Von den angeführten Analysen sind zwei mit gewöhnlichem Muskelfleische, eine (Braconnot) mit der Substanz des Herzens gemacht; ähnlich diesen verhalten sich chemisch die

1 Beitr. z. Physiogn. S. 184.

2 Unters. über d. Fleisch versch. Thiere. S. 46.

Iris [1], die Muskelhaut des Darmes [2], des Uterus [3], des Gallenganges und der Gallenblase vom Ochsen und der Ureteren vom Pferde [4] und die hypertrophische Muskelhaut des Ureters vom Menschen [5]. Die Fasern dieser Ausführungsgänge wurden durch Kochen deutlicher, fester, dunkler und schrumpften etwas ein; nach länger als 24 Stunden fortgesetztem Kochen hatte das Wasser nur wenig Leim aufgenommen, die Fasern waren weicher geworden.

Die Festigkeit der Muskeln ist geringer, als die der Sehnen, die animalischen vertragen, ohne zu zerreißen, eine bedeutendere Ausdehnung, als die organischen, und diese mehr als die Arterienfasern. Sie sind nur wenig elastisch. Doch können sie bei allmähliger Entwickelung von Geschwülsten, in der Schwangerschaft u. s. f. eine beträchtliche Verlängerung erfahren und nachher, wenn die ausdehnende Gewalt beseitigt ist, bald wieder zu ihrem früheren Zustande zurückkehren. Muskeln, welche über Geschwülste gespannt sind, werden dabei oft sehr platt, dünn, und trennen sich in mehrere Bündel. Prévost und Dumas fanden, daß der ausgedehnte Bauchmuskel eines trächtigen Froschweibchens sich um $1/3$ seiner Länge und dann durch galvanische Reizung abermals um $1/4$ der Länge verkürzte, die er nach der Durchschneidung erlangt hatte [6].

Die Primitivbündel der gegliederten Muskeln und häufig auch die Primitivfasern der ungegliederten (was man bei den letzteren als Elementarfaser ansieht, entspricht einem Primitivbündel der ersteren) treten, indem sie sich der Länge nach aneinanderlegen, zu secundären Bündeln zusammen, deren jedes eine feine, aus Bindegewebe gebildete Scheide besitzt, die sich beim Kochen zu Leim auflöst. In dieser Scheide verbreiten sich zahlreiche Gefäße und Nerven und dringen von da in capillaren Aesten in die Zwischenräume der Primitivbündel, niemals aber ins Innere derselben ein. Die secundären Bündel sind in der Regel prismatisch, aber ziemlich plattgedrückt. Sie haben größtentheils eine Breite von $1/4 - 1/2'''$. In den größeren Muskeln des Stammes liegen auch die secundären

1 Berzelius, Chemie. IX, 530.

2 Ebendas. S. 199.

3 J. Müller, Physiol. II, 31.

4 Meyer, De musculis in duct. efferent. p. 30.

5 Tourtual, Müll. Arch. 1840. S. 163.

6 *Magendie, Journ. de phys. III, 314.*

Bündel der Länge nach aneinander; auf einem longitudinalen Schnitte sieht man sie durch feine, weiße Linien von einander abgegrenzt. Festere Bindegewebescheiden verbinden wieder eine Anzahl secundärer Bündel zu stärkeren, meist dreiseitig prismatischen Fascikeln, von 2''' Breite und mehr. Alle diese Bindegewebscheiden hängen unter sich und zuletzt mit der mehr oder minder fibrösen Fascia zusammen, die jeden Muskel von außen umhüllt. Die Blätter, welche sich von dieser aus zwischen den tertiären Bündeln, wie man diese letzten nennen muß, ins Innere begeben, sieht man sehr schön an den Muskeln mit loseren Bündeln, wie der Deltoideus und Glutaeus max.

Endlich werden durch die Muskelbündel theils cylindrische, oder der cylindrischen Form sich nähernde, solide Massen gebildet, die eigentlich sogenannten Muskeln, theils membranöse Ausbreitungen, Muskelhäute, die entweder in flacher Schicht Höhlen abgrenzen oder zu Röhren geformt sind und Canäle umgeben. In den Muskeln und den flachen Muskelhäuten, Bauchmuskeln, Mylohyoideus, Levator ani, Diaphragma, kommen im menschlichen Körper nur parallel geordnete Bündel von varikösen Fasern vor; in der Zunge und im Herzen sind secundäre Bündel variköser Fasern auf mannichfache Art verflochten, und im Herzen gehen selbst secundäre Bündel durch Anastomosen in einander über. In der Muskelhaut des Magens und der Blase verbinden sich die glatten Bündel zu Fascikeln und verflechten sich alsdann untereinander, durch beträchtliche Bindegewebeschichten zugleich isolirt und verbunden. In den übrigen Muskelhäuten ist die Menge des Bindegewebes gering und dasselbe fehlt in den Ausführungsgängen gänzlich. Es liegen dann die Muskelfasern nebeneinander und schichtweise übereinander, oft von verschiedener Richtung in verschiedenen Schichten. Am Darme ist eine dünne Längsschicht äußerlich, eine feinere Cirkelfaserschicht nach innen, der Schleimhaut zunächst gelegen. In den Ausführungsgängen ist es umgekehrt: auf die Schleimhaut folgt zunächst eine Schicht von longitudinalen Fasern, welche im Vas deferens fast die ganze Dicke der Muskelhaut ausmacht und sich der Länge nach abreißen läßt, außen um dieselben eine schwächere Lage von Querfasern[1]. Durch diese Anordnung stehen demnach die Ausfüh-

[1] An der hypertrophischen Muskelhaut eines Ureters fand Tourtual eine Längsfaserschicht nach außen (Müll. Arch. 1840. S. 162). Meyer (De duct efferent. p. 31) beschreibt am Ureter des Pferdes drei Schichten,

rungsgänge den Gefäßen, namentlich den Venen, näher als dem Darme. An den Samenbläschen[1] und der Gallenblase gehen die Muskelfasern über die Duplicaturen der Schleimhaut weg, wodurch dieselbe Falten und Vorsprünge nach innen bildet.

Von der eigenthümlichen Form der Capillarnetze in den Muskeln im Allgemeinen war früher die Rede. Nach Prochaska's Beschreibung[2] treten die Gefäße an mehreren Stellen in den Muskel ein, laufen schief zwischen den Bündeln durch und folgen der Richtung derselben erst, wenn sie feiner geworden sind. Die feinsten Reiser begleiten und umgeben die Bündel, durch quere Anastomosen verbunden. An den Sehnen sollen sie blind enden oder schlingenförmig umbiegen. Kein Gefäß soll von der Muskelsubstanz in die Sehnen sich fortsetzen. Die Vertheilung der Nerven wird im folgenden Abschnitte abgehandelt werden, vorläufig ist nur zu bemerken, daß die motorischen Nerven zahlreich sind, die sensiblen, nach der geringen Empfindlichkeit zu schließen, nur sparsam.

Es scheint, daß in den gestreiften Muskeln jedes Primitivbündel continuirlich von einem Ende zum anderen verläuft, da man an abgelösten Stückchen weder Theilungen noch freie Endigungen sieht; die Sphinkteren sind in dieser Beziehung noch zu untersuchen. Zuweilen findet sich eine einseitige Sehne, wie in der äußeren Portion des Orbicularis palpebrarum, und dann gehen die Fasern wahrscheinlich in einem continuirlichen Bogen von einem Rande der Sehne zum anderen. In anderen Fällen, z. B. an der inneren Portion desselben Muskels müßten die Fasern in sich selbst zurückkehren, oder verflochten seyn. In den glatten Muskeln kommen auch nur selten einzelne sich zuspitzende oder anastomosirende Fasern (Bündel) vor; es ist daher zu vermuthen, daß auch in den Muskelhäuten die longitudinalen Fasern zum großen Theil continuirlich, die

eine innere, longitudinale, etwas weitläufige, eine mittlere, dichte, ringförmige, und eine äußere, longitudinale, aus der Blase aufsteigend, gegen die Nieren hin sich verlierend. An der Gallenblase des Ochsen bestand die äußere Schicht aus zwei Muskeln, welche vom Darm aufsteigend, longitudinal bis zum Fundus verliefen und nach den Seiten Aeste abgaben, die der Quere nach gingen. Die zweite Schicht war ringförmig, stärker am Cervix, die dritte schief in zwei einander kreuzenden Richtungen, die vierte longitudinal.

1 E. H. Weber, in Kretzschmar, Lineam. physiol. morb. Lips. 1836.

2 Disquis. anat.-physiol. p. 99.

cirkelförmigen ringförmig geschlossen oder spiralig verlaufen. Die Muskeln des Stammes mit Ausnahme der Sphinkteren hängen an ihren Enden mit längeren oder kürzeren Sehnen oder fibrösen Membranen zusammen, werden auch wohl durch solche inmitten ihrer Länge stellenweise unterbrochen. Die Zusammenfügung der Muskeln und ihrer Sehnen scheint durch eine genaue Verflechtung bewirkt zu werden, wobei, nach Valentin[1], Gurlt[2] und Gerber[3] die Muskelbündel verschmälert oder abgerundet enden. An das Ende des Muskelbündels setzen sich die Sehnenfasern im ganzen Umkreise an, wie wenn ein Finger der einen Hand von den fünf Fingern der anderen cirkulär umfaßt wird (Valentin). Daß, wie Ehrenberg angab[4], jeder Muskelfaden in einen Sehnenfaden übergehe, ist an sich unwahrscheinlich und wird durch die obigen Untersuchungen widerlegt. Durch Kochen, wodurch Muskel- und Sehnensubstanz einschrumpft, vielleicht auch ein lockeres, die Verbindung unterstützendes Bindegewebe in Leim aufgelöst wird, trennen sich die Muskeln glatt und ohne Zerreißung von ihren Sehnen ab. An den cylindrischen Muskeln sind die Sehnen immer dünner, als die Muskeln; diese treten daher um die Sehne nach der Axe hin zusammen und kommen zuletzt unter einem Winkel auf die Sehnenbündel zu stehen. In der Regel wird dabei die Sehne ganz von den Muskelfasern umfaßt und reicht in der Axe des Muskels weiter hinauf, als außen, indem sie sich allmählig ausbreitet und verdünnt; häufig gehen die Sehnenfasern eine weite Strecke auf der Oberfläche des Muskels hin. Wenn bei platteren Muskeln die Muskelbündel nur von einer oder von zwei Seiten sich an die Sehne anlegen, so entstehen die gefiederten und halbgefiederten Muskeln; kommen endlich die Bündel aus dem Muskelbauche nach dem einen oder anderen Ende um mehrere einzelne Sehnen zusammen, so bilden sich mehrköpfige oder mehrschwänzige Muskeln. An dem Herzen werden die Sehnen einigermaßen durch die fibrösen Ringe an den arteriösen und venösen Mündungen der Ventrikel und am Ursprunge der Klappen ersetzt. Eigentliche Sehnen haben aber die Papillarmuskeln[5].

1 Verl. u. Enden d. Nerven. S. 68.

2 Vglb. Physiol. S. 26. Taf. I. Fig. 14.

3 Allg. Anat. S. 131. Fig. 51. a.

4 Unerk. Structur. S. 42.

5 Palicki, De musculosa cordis structura. Wratisl. 1839. 8.

Physiologie.

In ihrer lebendigen Wechselwirkung mit den Nerven besitzen die Muskeln die Fähigkeit, sich in der Richtung der Fasern zu verkürzen, womit eine entsprechende Anschwellung in der Dicke verbunden ist. So lange der Zusammenhang mit den Nerven währt, besteht in den gesunden Muskeln wie im contractilen Bindegewebe und den Gefäßhäuten ein mäßiger Grad der Verkürzung. Auf ihm beruht der Tonus, die Spannung der lebenden contractilen Theile in der Ruhe, welche, weil sie eine beständige ist, für eine physikalische gehalten wurde. Allein sie erlischt mit dem Tode, während die physikalische Elasticität fortdauert; sie erlischt auch, wenn der Zusammenhang der Muskelnerven mit den Centralorganen dauernd aufgehoben ist. Alles, was den Zustand der Nerven zu ändern vermag, verändert die Spannung in den Muskeln. Der Grad des Tonus der letzteren ist daher ebensowohl, wie die Contraction der Gefäße und des Bindegewebes, ein Maaß für die Energie des Nervensystemes im Allgemeinen, und örtliche Alteration einzelner Nerven hat örtliche Contraction oder Expansion im Systeme der Muskeln zur Folge.

Was man gewöhnlich Muskelreize nennt, die Agentien, welche Contractionen in den Muskeln hervorbringen, sind also Nervenreize. A. v. Humboldt[1] bewies, daß Muskeln, aus welchen die Nerven mit ihren feinsten Zweigen möglichst vollständig herauspräparirt worden, von Galvanismus nicht mehr afficirt werden; J. Müller sah einmal, daß nach Zerstörung eines Nerven durch heftige Zerrung und Spannung die Muskeln ihre Reizbarkeit verloren[2]; die Trennung der Nerven von Gehirn und Rückenmark zieht nach kurzer Zeit Erlöschen der Reizbarkeit in den Muskeln nach sich[3]. Nach Günther und Schön[4] mindert sich bei Kaninchen die Reizbar-

1 Gereizte Muskel- und Nervenf. I, 104. 105. 236.

2 Arch. 1834. S. 216.

3 Fowler, *Experiments and observations relative to the influence lately discovered by Mr. Galvani. p. 118.* Krimer, Physiol. Unters. S. 140. Sticker in Müll. Arch. 1834. S. 202. H. Nasse in F. u. H. Nasse, Unters. I, 94. Steinrück, De nerv. regen. p. 66. Valentin, Funct. nerv. p. 125.

4 Müll. Arch. 1840. S. 274.

keit von der 12ten Stunde nach Durchschneidung des Nerven und ist nach 8 Tagen gewöhnlich völlig vernichtet. Als ein Beweis für die Abhängigkeit der Muskelreizbarkeit vom Nervensysteme darf ferner angeführt werden, daß dieselben Stoffe, welche durch das Blut die Thätigkeit der Centralorgane beeinträchtigen, wie die Narcotica, auch in örtlicher Berührung mit dem Muskel dessen Irritabilität aufheben [1] und daß Alles, was für die Muskeln Reiz ist, auch auf die sensiblen Nerven reizend wirkt und umgekehrt, was in diesen die Erregung vermindert, auch auf die Muskeln lähmend wirkt. Das entscheidendste Argument aber liefert Valentin [2], indem er zeigt, daß kleine Stückchen Muskelsubstanz von Fröschen, die unter das Mikroskop gebracht werden, nur dann auf Galvanismus reagiren, wenn sie noch einzelne Nervenfasern enthalten. Ergeben sich verschiedene Folgen, je nachdem ein Reiz auf den Nervenstamm oder auf den Muskel selbst angebracht wird, so lassen sie sich hinreichend aus zufälligen Umständen erklären. So erregen chemische Reize leichter Zuckungen an dem entblößten Muskel, als durch den Nervenstamm [3], weil sie leichter das Muskelfleisch, als das feste Neurilem durchdringen. Nach Durchschneidung der Nerven entstehen noch längere Zeit Zuckungen auf Reizung der Muskeln, als auf Reizung der Nerven (Günther und Schön), wahrscheinlich nur deshalb, weil die peripherischen Enden der Nerven sich längere Zeit unverändert erhalten, als die dem Orte der Verletzung näher gelegenen Stämme.

Wenn die oben beschriebenen Kräuselungen, die man auch lange nach dem Tode und oft nach dem Kochen der Muskelbündel, sowie in den gelähmten Muskeln findet, denjenigen gleichen, welche während des Lebens unter dem Einflusse der Nervenreizung eintreten, so müßte man annehmen, daß, obgleich die gewöhnlichen Reize im Lebenden und mittelst der Nerven auf die Muskeln wirken, dennoch auch auf anderen Wegen eine Zusammenziehung derselben möglich sey oder wenigstens, daß die Zusammenziehung sich nach der Trennung vom Nerven erhalten könne. Von der Todtenstarre,

1 R. Whytt in d. Ztschr. Neue Edinb. Versuche, übers. u. herausgegeben zu Altenburg. II, 342. J. Müller, Phys. II, 52.

2 a. a. O. p. 124.

3 J. Müller, Physiol. II, 52.

welche nach Sommer's zahlreichen Beobachtungen[1] sich nicht früher als 10 Minuten und nicht später als sieben Stunden nach dem Tode einstellt, weiß man noch nicht, ob sie in einer der lebendigen Contraction ähnlichen Kräuselung der Muskeln oder in einer bloßen Gerinnung und Verdichtung ihrer Substanz begründet ist. Für eine dem Muskelgewebe eigene, nicht blos durch die Coagulation des Blutes seiner Gefäße bedingte Erscheinung muß man sie aber schon deshalb halten, weil andere nicht minder blutreiche Theile, z. B. die Drüsen, eine ähnliche Erhärtung nach dem Tode nicht zeigen.

Da die Reactionen der Muskeln von der Wechselwirkung zwischen Nerven- und Muskelfaser abhängen, so muß es auch Zustände der Muskelfasern geben, welche, indem sie ihre Beziehung zum Nerven ändern, einen Einfluß auf die Reizbarkeit derselben äußern, und wodurch die Muskelfaser für die Einwirkung der Nerven mehr oder minder empfänglich wird. Man kennt aber solche Zustände nicht, abgesehen von bedeutenderen organischen Krankheiten der Muskeln, welche wohl in der Regel die Nerven mit ergreifen, und Lähmung zur Folge haben.

Die Differenzen der Muskeln in ihren physiologischen Energien, je nachdem sie willkürlich beweglich sind oder nicht, rhythmisch oder anhaltend sich contrahiren u. s. f., müssen demnach auch mehr in Verschiedenheiten der bewegenden Nerven, als der Muskelfasern selbst begründet seyn[2]. Ich verschiebe daher, was darüber zu sagen ist, auf die Beschreibung des Nervengewebes. Indessen treffen mit den Eigenthümlichkeiten der Functionen der Muskeln einigermaßen auch Eigenthümlichkeiten des Baues zusammen, und nur inwiefern sich zwischen diesen beiden Punkten eine Beziehung nachweisen lasse, soll hier untersucht werden, wobei zugleich die übrigen contractilen Gewebe mit berücksichtigt werden. Dies wird sich sogleich aus der folgenden tabellarischen Uebersicht ergeben:

1 De signis mortem hominis absolutam indicantibus. P. II. Havn. 1833.

2 Als Beweis eines materiellen Unterschiedes zwischen willkürlich und unwillkürlich beweglichen Muskeln könnte man anführen, daß die Trichina spiralis, ein Eingeweidewurm, der seinen Sitz in der Substanz der Muskeln hat, in allen Muskeln des Stammes, in der Speiseröhre bis 2" unterhalb des Kehlkopfes, aber nicht im Herzen gefunden wurde, dessen Fasern doch auch varikös sind (Bischoff in Heidelb. Ann. VI, Hft. 2).

	Unwillkürlich.			Willkürlich.
	Reaction auf Kälte, nicht auf mechanische u. galvanische Reize.	Reaction auf Kälte, auf mechanische, nicht auf galvanische Reize.	Reaction nicht auf Kälte, aber auf mechan. u. galv. Reize.	Reaction nicht auf Kälte, aber auf mechan. u. galv. Reize.
Bindegewebe.	Cutis, Tunica dartos, Corp. cavernosa.	Venenhäute.	Iris? Lymphgefäße?	
Glatte Muskeln.	[1]	Arterienhäute.	Muskelhaut d. Eingeweide u. Ausführungsgänge[2].	
Gestreifte Muskeln.			Herz- und Häute der rhythmisch bewegl. Gefäße.	Muskeln des Stammes u. d. Anfänge innerer Canäle[3].
	I.	II.	III.	IV.

Es zeigt sich hier allerdings eine Stufenleiter in der Ausbildung der physiologischen Function, durch die drei Gruppen contractiler Fasern, die wir anatomisch geschieden haben, jedoch nicht so

1 Hierher gehört vielleicht das Gewebe der Corpora cavernosa des Pferdes.

2 Zu den Beweisen, welche in J. Müller's Physiologie (I, 472) für die Contractilität der Ausführungsgänge und den peristaltischen Rhythmus ihrer Bewegungen angeführt werden, sind seitdem hinzugekommen Meyer, De musculis in duct. efferent. Hausmann, Zeugung des weibl. Eies. S. 18. Die erste hieher gehörige Beobachtung hat wohl Verschuir (De irritab. arter. p. 85) am Ureter des Hundes gemacht. — Valentin (Funct. nerv. p. 64) sah Contractionen der Ureteren und Samenblasen auf Reizung ihrer Nerven. An den Bronchien, und zwar an Zweigen von $^{3}/_{4}$—1''' Durchmesser bemerkte Wedemeyer (Kreisl. S. 71) eine allmählige Verengung des Lumens auf galvanische Reize.

3 Wenigstens verhält sich die Speiseröhre gegen Reize gleich den Muskeln des Stammes. Volkmann in Müll. Arch. 1840. S. 493.

daß eine Gruppe in continuirlicher Reihe der anderen folgt, sondern mit einem Uebergreifen der einen in die andere. Bezeichnen wir in dieser Tabelle die verticalen Reihen mit I—IV, so haben wir unter I. und II. contractile Gewebe, die sich auf Reizung langsam zusammenziehen, eine Weile in der Contraction beharren und dann langsam wieder nachlassen, unter III., abgesehen von der Iris, Muskeln mit peristaltischer Contraction, welche bei dem Darme dem Reize langsam, bei dem Herzen schnell folgt, unter IV. Muskeln mit rascher und rasch nachlassender Zusammenziehung. Die Schnelligkeit der Reaction ist demnach das einzige Merkmal, welches den gestreiften Muskeln, den übrigen gegenüber, ausschließlich zukommt, und mit der Structur der Fasern in einer Beziehung stehen könnte. Uebrigens gilt diese Tabelle nur für den Menschen und die nächstverwandten Thiere. In anderen Classen kommen Varietäten in der Verbreitung der verschiedenen Arten von Muskeln vor; ob sich daran entsprechende Aenderungen der Function knüpfen, ist nicht bekannt.

Prévost und Dumas haben beim Frosche und bei warmblütigen Thieren das Verhalten der Muskelfasern, sowohl der glatten als der gegliederten, während der Contraction untersucht [1]; sie finden, daß die Bündel in der Ruhe gerade, unter der Reizung durch einen galvanischen Strom ziemlich regelmäßig zickzackförmig gebogen sind. Ein Muskelbündel des Frosches von 1,5‴ Länge machte acht solcher Biegungen, eine Seite der Biegung maß demnach 1,5:16 = 0,09‴, eine dem Beugungswinkel gegenüber gedachte Linie, welche dessen beide Schenkel zu einem gleichschenkeligen Dreieck schloß, hatte 0,136‴. Der Muskel hatte sich durch diese Krümmung der Berechnung nach um 0,23 seiner Länge zusammengezogen, was mit den Resultaten der directen Messung (0,27) ziemlich übereinstimmte. Die Spitzen der Beugungswinkel waren immer an derselben Stelle und zwar jedesmal da, wo von einem Bündel von Nervenfasern, welches der Länge nach zwischen den Muskelbündeln lag, einzelne abgingen, um quer über die Muskelbündel zu verlaufen. Bei der spontanen Muskelbewegung, z. B. beim Athmen, folgen sich die Kräuselungen wie Wellen, welche über den Muskel herablaufen (Ficinus, Valentin [2], Gerber). Außer dieser,

1 *Magendie*, *Journal de phys. III*, 806.

2 Funct. nerv. p. 132.

noch mit bloßem Auge sichtbaren Einknickung nimmt Lauth[1] eine directe Verkürzung des Bündels an, wobei die Scheide sich runzele und Querstreifen bilde. Diese Art der Contraction erfolge bei geringerer Reizung als die Zickzackbiegung, sey aber auch an den zickzackförmig gebogenen Bündeln noch außerdem wahrnehmbar. Ohne die Richtigkeit der Beobachtung bezweifeln zu wollen, halte ich die Erklärung derselben für irrig. Die Scheide der Muskelbündel ist so fein, daß sie, so lange die Muskelfasern in derselben eingeschlossen sind, unmöglich wahrnehmbare Runzeln bilden kann. Was Lauth dafür hält, müssen entweder die stärkeren Querstreifen der Primitivbündel oder feinere Zickzackbiegungen gewesen seyn, welche bei schwächerer Vergrößerung leicht wie Querrunzeln erscheinen. Es ist Schade, daß Lauth nichts über das Verhältniß dieser Runzeln zu den Querstreifen angegeben hat. Solche feinere Zickzackbiegungen, wie ich sie oben an todten Muskeln beschrieb, habe ich auch an ganz frischen häufig gesehen. Sie sind fast 20mal feiner, als die von Prévost und Dumas bemerkten. Es wäre interessant zu wissen, ob sie auch bei lebendiger Contraction innerhalb der großen Biegungen vorkommen, wie mich die Beobachtung von Lauth vermuthen läßt. Valentin[2] nimmt an, daß sich zuerst Einbiegungen in größeren Distanzen bilden und allein existiren, wenn die Verkürzung schwach ist; wenn sie stärker werden, so entstehen in jeder Distanz neue Einknickungen, 6—8 und mehr. Wenn das Letztere stattfindet, müßte die Verkürzung stärker seyn, dennoch schlägt sie Valentin auch nur gleich Prévost und Dumas, auf 0,023—0,029 an. Uebrigens ist es wohl möglich, daß diese feinere Form von Kräuselung, so regelmäßig sie ist, zu der lebenden Zusammenziehung der Muskeln überhaupt in keiner Beziehung stehe, sondern nur Folge einer physikalischen Verkürzung sey. Eine ähnliche, nicht minder schroffe Zickzackbiegung kommt an den Nerven vor.

Denkbar wäre endlich eine Verkürzung der animalischen Muskeln durch eine noch feinere Kräuselung der Primitivfasern. Wenn wir die Bildung der Querstreifen richtig verfolgt und gedeutet haben, so kann die gerade Primitivfaser sich in größerem oder geringerem Grade wellenförmig und selbst spiral aufrollen, die Quer=

1 *l'Institut. 1834. No. 70.*

2 Funct nerv. p. 131. Berl. Encyklop. Art. Muskelbeweg. S. 184.

streifen wären alsdann die Folge der leisesten Contraction, auf welche zunächst die feine und dann die gröbere Zickzackbiegung folgen würde. Die feinste Querstreifung der Bündel sah E. H. Weber im Schwanze lebender Froschlarven während der Ruhe desselben [1]. Valentin sieht während der Contraction die Querstreifen, die er übrigens für varikose Anschwellungen hält, sich rasch erheben [2]. Wenn nach Durchschneidung der Nerven die Reizbarkeit der Muskeln allmählig schwindet, so werden auch die Querstreifen nach und nach undeutlich und an vollkommen gelähmten Muskeln sind sie bis auf seltene Ausnahmen ganz und gar verwischt. Die Primitivfasern sieht man nur rein cylindrisch oder schwach knotig [3]. Wie sich diese Kräuselung so lange nach dem Tode erhalten kann, bliebe dann freilich noch zu erklären.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob außer diesen Biegungen bei der Contraction des Muskels noch eine Verdichtung eintrete, ob er sich jedesmal um ebensoviel in der Dicke ausdehne, als er in der Länge abnimmt, oder ob er ein geringeres Volumen habe, als im Zustande der Ruhe. Die letztere Voraussetzung, schon an sich unwahrscheinlich, da der Muskel keine compressibeln Flüssigkeiten enthält, wird durch die übereinstimmenden Versuche von Carlisle, Blanc, Barzellotti und Prévost und Dumas widerlegt [4]. Erman [5] fand, daß das Wasser in einer graduirten Röhre bei der Contraction des Muskels sank, aber so wenig, daß es nicht in Betracht kommen kann.

Schwann hat bewiesen [6], daß die Kraft des Muskels in geradem Verhältnisse mit der Contraction abnimmt, wie bei den elastischen Körpern; sie ist beim Muskel in der Ruhe, bei elastischen Körpern in der Ausdehnung am größten, beim Muskel im Zustande der höchsten Zusammenziehung, bei elastischen Körpern im Zustande der Ruhe = 0. Daraus widerlegen sich die Theorien, welche die Contraction aus Anziehung der Atome gegeneinander erklären, da

1 Rosenmüller's Anat. S. 92.
2 Berl Encyclop. Art. Muskelbewegung. S. 188.
3 Sfey, a. a. O. p. 378. Valentin, Funct. nerv. p. 126.
4 *Magendie, Journ. de phys. III, 308.*
5 Gilbert's Ann. XL, 1.
6 J. Müller's Physiol. II, 59.

die bekannten anziehenden Kräfte wachsen in dem Maaße, als die einander anziehenden Theile sich nähern.

Die Muskelfasern entwickeln sich bei dem Embryo aus Zellen, die in einem gallertartigen Cytoblastem entstehen. Man sieht zuerst runde mit ein bis zwei Kernkörperchen versehene Kerne, der Länge nach aneinandergereiht, welche sich mit zarten, durchsichtigen, in Wasser leicht berstenden Wandungen umgeben. Während diese sich etwas vergrößern und zumal der Länge nach ausdehnen, entstehen in ihrem Innern um den Kern kleine isolirte, runde Körnchen. Durch Resorption der Zwischenwände verschmelzen die Zellenhöhlen und die verschmolzenen Zellen stellen Röhren dar, welche an den Verbindungsstellen öfters etwas eingeknickt sind. An der Wand der Röhre entwickeln sich glashelle, dünne, longitudinale Fäden, die späteren Primitivfasern. So weit stimmen die älteren und neueren Beobachtungen von Valentin[1] und die von Schwann überein[2]. Von da an aber weichen die Angaben Beider von einander ab. Schwann ist der Ansicht, daß die Zellenkerne, welche anfangs im Innern der Röhre, ziemlich dicht aneinander und großentheils mit dem längsten Durchmesser in der Queraxe liegen[3], bei weiterer Entwickelung und zugleich mit der Ausdehnung der Röhre in die Länge sich von einander entfernen und in der Richtung der Röhre verlängern, wobei sie zugleich nach außen gedrängt werden müßten. Denn an reiferen Muskelbündeln sah er längsovale Kerne auf der äußeren Wand, zum Theil sogar von derselben abgelöst[4]. Die innere Höhle war bei dieser Entwickelungsstufe noch merklich, die kleineren Körnchen im Innern derselben schienen resorbirt. Die Primitivfasern entständen demnach als secundäre Ablagerung im Innern der ursprünglichen Zelle zuerst an den Wänden und füllen sie nach und nach ganz aus. Die Zellenwand würde zur structurlosen Scheide, welche Schwann an den Primitivbündeln der Insecten und Fische gesehen hat. Die längsovalen Kerne auf der Scheide, welche, wie man jetzt weiß, auch im Erwachsenen nicht selten sichtbar sind, wären die metamorphosirten ursprünglichen Zellenkerne. Die Stellen, an welchen die Muskelbündel durch Präparation und

1 Entwickelungsgesch. S. 267. Müll. Arch. 1840. S. 198.

2 Mikroskop. Unters. S. 156.

3 Ebendas. Taf. IV. Fig. 1. 2.

4 Fig. 3.

unter der Einwirkung des Magensaftes in Stücke zerfallen (s. oben), sowie die Beugungswinkel bei der Kräuselung bezeichneten, nach Schwann's Vermuthung, die Länge, zu der sich das aus Einer Zelle entstandene Stück einer Muskelfaser ausgedehnt hätte. So weit Schwann, dem Pappenheim[1] und Reichert[2] sich anschließen. Nach Valentin besteht die centrale Höhle während des ganzen Lebens fort; die ursprünglichen Zellenkerne erhalten sich eine Zeitlang im Innern derselben, wahrscheinlich in einer eiweißartigen Flüssigkeit, und werden dann sammt den kleineren Körnchen resorbirt. Die glashellen longitudinalen Fäden entwickeln sich um die Zellenkerne und um die centrale Höhle vielleicht, was Valentin unentschieden läßt, außen auf der ursprünglichen Zellenwand. Indeß vermehrt sich auf Kosten der centralen Höhle die Menge dieser Fäden nach innen zu; sie erhalten ein granulirtes Ansehen, dann erscheint ziemlich plötzlich die Querstreifung. Die knieförmigen Beugungen, welche schon an Embryonen merklich sind, liegen zum Theil an der Stelle der Zwischenwände, also an der Grenze von zwei primären Zellen, zum Theil aber auch an anderen Stellen. Ob die Scheide der reifen Muskelbündel der ursprünglichen Zellenwand entspreche, ist demnach zweifelhaft. Valentin hält es für möglich, daß sie eine neue Bildung um die Primitivfasern sey und daß die ursprüngliche Zellenwand, auf welcher die Primitivfasern sich ablagern, als Begrenzungshaut der centralen Höhle übrig bleibe oder resorbirt werde. Die längsovalen Kerne der Scheide bilden sich in dem Cytoblastem, welches zwischen den Primitivbündeln übrig bleibt. Hier entständen Kerne und dann Zellen mit wasserhellem Inhalt, die sich longitudinal aneinander reihen, dann sich abplatten, an Länge zu- und an Breite abnehmen und eine Membran von rhomboidalen Zellen darstellen, die sich gegenseitig einkeilen (gleich dem Epithelium der Gefäße). Die Verengung nimmt zu und es bilden sich durch Verschmelzung der Zellen, der Länge nach, varicöse Fäden (das fadig aufgereihte Epithelium Valentin's); von diesen gehe ein Theil verloren, ein anderer in Bindegewebe über; um jedes Muskelbündel bleibe eine Schicht permanent, in deren Interstitien wahrscheinlich eine structurlose Membran vorhanden sey, die früher erwähnte Scheide. Auch an den platten Muskelfasern unterschied

1 Verdauung. S. 111.

2 Entwickelungsleben. S. 241.

Valentin, trotz ihrer Plattheit, die centrale Höhle, mit ihren Kernen.

Die Richtigkeit dieser letzten Behauptung muß ich bezweifeln und vermuthe, daß Valentin die Kernfasern für centrale Canäle genommen habe, wie dies Räuschel an den Arterienfasern begegnet ist. In Betreff der varikösen Muskelbündel hat mir seine Darstellung mehr Wahrscheinlichkeit, als die von Schwann. Daß die Kerne auf der Scheide der Bündel mit den ursprünglichen Zellenkernen identisch seyen, ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil man nicht einsehen kann, wie die anfangs querovalen Kerne später in die Länge wachsen und die anfangs in der Höhle eingeschlossenen Kerne außen auf die Wand der Röhre gelangen sollen, ferner weil mehrere derselben in gleicher Höhe nebeneinander liegen und demnach Zellenhöhlen nicht nur der Länge nach, sondern auch in der Quere mit einander verschmolzen seyn müßten. Es wird aber auch durch Valentin's Beobachtungen widerlegt, der nach der Bildung der Längsfasern die Kerne noch in einer inneren centralen Höhle wahrnahm. Ist demnach die Scheide ein secundäres Product und, wie aus Valentin's Beschreibung hervorzugehen scheint, aus abgeplatteten und zu Membranen verschmolzenen Zellen gebildet, so sind die Primitivfasern als secundäre Ablagerungen über einem aus aneinander gereihten Zellen bestehenden Cylinder zu betrachten. Dies wird um so plausibler, wenn wir die Entwickelung des Haargewebes und des Gewebes der Muskeln vergleichen. Die glatten Muskelbündel werden, wie die Längsfasern des Haares, aus einem Cytoblastem geformt, welches nach der Richtung der Kerne sich in Fasern spaltet, die zuweilen später in Fibrillen zerfallen. Eine Trennung in Inhalt und Scheide ist nicht nachzuweisen; die Kerne verhalten sich anfangs in beiden gleich, gehen aber später am Haare größtentheils verloren und werden am Muskel zu Kernfasern. In den glatten Muskeln der Harnblase einer neugeborenen Katze sah ich noch gar keine Kernfasern, sondern nur runde Zellenkerne. Entsprechen die glatten Fasern in Stärke und Bau den Elementarfasern des Haares, so muß man die varikösen Bündel dagegen dem ganzen Haar gleichstellen. In beiden eine centrale, mit quergestellten Zellenkernen bezeichnete Axe, deren Kerne später verschwinden, in beiden Längsfasern, um diese Axe sich entwickelnd, in beiden zuletzt eine Scheide um die Längsfasern. Nur der Typus, wonach die Längsfasern entstehen, ist vielleicht in den

Muskeln ein anderer, da die Primitivfasern der letzteren nicht durch Zerfallen von Zellenfasern zu entstehen, sondern unmittelbar aus einer gleichförmigen Substanz hervorzugehen scheinen. Möglich, daß zu der Bildung derselben die feinen punktförmigen Körperchen verwandt werden, die ich zuweilen in varikösen Muskeln statt der Fasern und neben denselben sah. Sie sind am häufigsten in den feinsten Bündeln und finden sich nie in den stärksten.

Die Scheide der Muskeln kann man allerdings mit einem Epithelium und zunächst mit dem Epithelium der Gefäße vergleichen. Ob es zu irgend einer Zeit aus wirklich getrennten Zellen bestehe, will ich nicht entscheiden, dagegen gleicht die Entwickelung der Kerne derjenigen, welche wir in der innersten Gefäßhaut beobachtet haben. Die meisten werden resorbirt, andere wandeln sich in dunkle Fasern um, erreichen aber nicht die Stärke und Entwickelung, wie in der Gefäßhaut. Die Zahl der Kerne ist sowohl in glatten, als in varikösen Muskeln größer bei jungen Thieren, als bei älteren.

Nach Leeuwenhoek, Muys und Prochaska sind die Primitivbündel junger Thiere feiner, als die der erwachsenen.

Wie lebhaft im erwachsenen Muskel der Stoffwechsel mit dem Blute seyn müsse, beweist sein Reichthum an Gefäßen. Wird der Zufluß von arteriellem Blute gehemmt, so erfolgt Lähmung[1], woran freilich auch die mangelnde Ernährung der Nerven Antheil haben mag. Die Ermüdung tritt schon viel schneller ein, wenn durch spannende Kleidungsstücke der Rückfluß des venösen Blutes gehemmt wird, und wird zum Theil veranlaßt durch Stockung des Blutes in Folge von Druck. Wenn die Aorta abdominalis unterbunden wurde, so trat die Lähmung nach 8—10 Minuten ein, wurde diese und die Vena cava zugleich unterbunden, so daß das Blut nicht ausströmen konnte, so entstand Lähmung erst nach 16—20 Minuten. Nach Unterbindung der Venae iliacae trat zwar Schwäche und Wassersucht, aber keine vollkommene Lähmung ein[2]; wahrscheinlich erhielt sich im letzteren Falle der Kreislauf durch Anastomosen der Schenkel- und Beckenvenen mit den Hämorrhoidalvenen und den Venen der Bauchwände. Fowler[3] fand, daß die Empfänglich-

1 Arnemann, Reprod. d. Nerven. S. 26. *Bichat, Anat. gén. III, 366.* Emmert in Hufeland's Journ. 1815. März. S. 59.

2 *Ségalas* in *Magendie Journ. de phys. IV, 287.*

3 a. a. O. *p. 122.*

keit für galvanischen Reiz sich in einem Gliede nach Unterbindung seiner Arterie schneller verliert, als nach Durchschneidung seiner Nerven. Indeß erhält sich die Reizbarkeit der Muskeln, wie bekannt, noch lange Zeit nach dem Aufhören des Herzschlages und an ausgeschnittenem Fleische.

Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß im erwachsenen Körper eine fortwährende Erneuerung der Muskeln stattfinde, wie z. B. bei der Oberhaut; wohl aber werden unter besonderen Umständen neue Muskelfasern erzeugt und wahrscheinlich auch bereits gebildete atrophisch, aufgelöst und resorbirt. Bei der Vergrößerung des Uterus in der Schwangerschaft entsteht neue Muskelsubstanz, nach Pappenheim[1] auch in dem Theile des Bauchfelles, welches die vordere Fläche des Uterus bedeckt. Jede anhaltende Bewegung hat eine Blutanhäufung im Muskel und Ergießung von Plasma zur Folge und wenn diese gering ist, so wird die ergossene Substanz in Muskelgewebe umgewandelt. Darauf beruht die Hypertrophie der Muskeln durch Uebung, die Verdickung der Herzwände und der Muskelhäute in den Eingeweiden bei Hindernissen in der Fortbewegung der Contenta der Canäle. Wenn das Exsudat bedeutend ist, z. B. bei Entzündung des Herzens, so wird es nicht zu Muskel- sondern zu Bindegewebe; aus diesem besteht auch die Substanz der Narben in Muskeln[2]. Accidentelle Bildung von Muskelfasern ist nicht beobachtet.

Die Muskeln der Wirbelthiere gleichen im Allgemeinen den menschlichen, nur kommen in der Verbreitung der verschiedenen Formen Variationen vor, wodurch die Uebergänge noch mannichfaltiger werden. So ist bei den Vögeln und Amphibien die Iris mit varikösen Muskelfasern versehen[3]. Bei einigen Fischen fand Reichert die Muskelhaut des Darmes aus gestreiften Bündeln gebildet[4]; des Muskels mit glatten Fasern am Penis des Pferdes ist schon oben gedacht worden.

[1] Müll. Arch. 1840. S. 348.

[2] Pauli, Vuln. san. p. 43.

[3] Krohn in Müll. Arch. 1837. S. 360. Valentin, Repert. 1837. S. 248.

[4] Med. Vereinsztg. 1841. Nr. 10.

Unter den wirbellosen Thieren haben nach Valentin[1] und R. Wagner[2] die Insecten, Krustenthiere, Cirrhipeden und Arachniden gegliederte Muskelbündel. Die Primitivfaser von **Eristalis tenax** bildet indeß Wagner[3] glatt, nur mit etwas gekräuseltem Rande ab; ihre Dicke bestimmt er auf 0,001'''. Rosenthal[4] findet die Querstreifen bei Insecten sehr deutlich, deutlicher als die Längsstreifen. Harting hat den Abstand der Querstreifen bei vielen Insecten gemessen[5]. Selbst die Muskelhaut des Darmes von Insecten (Gryllotalpa) und Krebsen hat nach Valentin varikose Bündel[6]. Ficinus dagegen[7] giebt an, daß die Insecten glatte Bündel haben, die erst bei der Contraction (durch Einknickung?) runzelig werden. Bei der Stubenfliege sehe ich die Muskelbündel, frisch untersucht, bald quergestreift, bald glatt. Die Primitivfasern der glatten Bündel sind ebenfalls glatt, unverästelt, ziemlich steif, 0,001—0,0012''' dick, von einer dunkel- und feinkörnigen Substanz umgeben, welche sich leicht ablöst und, so lange die Fasern zusammenliegen, denselben ein granulirtes Ansehen und den Bündeln einen undeutlichen Anschein von Querstreifung giebt. Die Fasern weichen bei geringem Drucke einzeln auseinander. Eine Abtheilung in Bündel wird schon durch die Tracheen angedeutet, welche in ziemlich gleichen Zwischenräumen der Länge nach verlaufen und umspinnende Queräste über die Bündel senden. In vielen Fällen werden nach Behandlung mit Essigsäure Längsreihen von längsovalen Kernen in sehr regelmäßigen Abständen sichtbar. J. Müller[8] und Schwann[9] fanden bei Insecten (Larven?) eine feste, structurlose Scheide. Rosenthal hat in den Muskelbündeln der

1 Hist. evol. syst. musc. p. 2.
2 Müll. Arch. 1835. S. 318.
3 Taf. V. Fig. 19 d.
4 Form. granul. p. 10.
5 *v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 186.*
6 Funct. nerv. p. 124.
7 Fibra muscul. p. 16.
8 Physiol. II, 42.
9 Mikroskop. Unters. S. 165. Taf. IV. Fig. 4.

Stubenfliege einen centralen, durch Querscheidewände getheilten Canal wahrgenommen.

Den Cephalopoden, Gasteropoden, gehäusigen Acephalen, Ascidien und Echinodermen schreibt Wagner ungegliederte Muskelbündel zu, so auch vielen Enthelminthen. Die Bündel derselben im Schwanze des Distoma duplicatum maßen 0,008‴. Wagner sah sie in regelmäßigen Zickzackbiegungen contrahirt. Die glatten Muskeln von Helix bildet Ficinus ab[1]. Die Salpen haben aber nach Eschricht's Beobachtung[2] varikôse Muskelfasern und ihre Bündel sind mit regelmäßig geordneten, der Abbildung nach querovalen Kernen bedeckt. Bei Taenia und Hydra fand Wagner nur ein gleichförmiges körniges Gewebe.

Unter den Anneliden glaubt er bei Tubifex, vielleicht auch bei Haemopis Querstreifung wahrgenommen zu haben, vermißte sie dagegen bei Hirudo und Lumbricus. Nach Treviranus[3] fehlen die Querstreifen beim Regenwurm und nach Stannius[4] bei Arenicola. Dagegen schreibt Valentin[5] sowohl den Blutegeln und Regenwürmern, als den Cephalopoden varikôse Muskeln zu.

Für das Muskelgewebe beginnt die eigentliche histologische Untersuchung mit Hook (1678), dessen der Societas regia Londinensis vorgelegte Beobachtungen sammt der Geschichte der früheren Meinungen über das Muskelgewebe Muys mitgetheilt hat. Hook zerlegte die Muskeln von Krebsen in Fäden, nicht stärker, als der $\frac{1}{100}$ Theil eines Haares, perlschnurartig. Bündel aus diesen Fäden, von der Dicke eines Haares, erschienen ihm wie ein Halsband aus einer Menge einzelner Perlschnüre. Was Leeuwenhoek von den Muskeln wußte und an vielen Stellen zerstreut und nicht immer verständlich mittheilte (Opp. 1, a. 58. b. 43. II, 1. 14. 56. 96. 100. 121. 135. III, 408). ist im Wesentlichen Folgendes: Es wird der Muskel aus haarfeinen prismatischen Muskelchen (secundären Bündeln) von verschiedener Dicke zusammengesetzt, die durch Häutchen getrennt sind, welche nach dem Trocknen auf Quer-

1 a. a. O. Fig. 24. 25.

2 *Anatomisk-physiologiske Undersögelser over Salperne. Kjöbenh. 1840. p. 64. Fig. 16. 17.*

3 Beitr. IV. Fig. 55. 56.

4 Müll. Arch. 1840. S. 355.

5 Repert. I, 191.

schnitten sichtbar gemacht werden können und oft Fettbläschen enthalten. Diese Muskelchen bestehen aus Fibrillen oder Striae carnosae (Primitivbündeln) von dem 9ten bis 16ten Theile eines Kopfhaares [1]; sie werden ebenfalls von feinen Häutchen umgeben, die man zuweilen beim Auseinanderziehen bemerkt. Bei den Insecten haben die Fibrillen ringförmige Runzeln, die man nur bemerkt, so lange der Muskel ruht, nicht aber, wenn er sich ausstreckt. Diese Runzeln sind, wie sich aus P. II. fig. 6. u. 7. zu p. 114 ergiebt, nicht Querstreifen, sondern Einknickungen. An anderen Stellen spricht Leeuwenhoek von dichten kreisförmigen Linien an getrockneten Fibrillen von Säugethieren. Es könne scheinen, sagt er, als ob die Striae carnosae aus Kügelchen beständen, und er klagt sich an, daß er selber lange Zeit die Runzelungen für Kügelchen gehalten habe. Jede Stria carnosa enthält zuletzt eine große Zahl feinster Fäden, Fibrae intimae. Schwierig ist es, die Angaben von de Heyde, Mery, Bidloo, Cowper u. A. zu deuten, da unter Fibrae carneae bald secundäre, bald Primitivbündel, bald Primitivfasern verstanden werden. De Heyde (Experimenta circa sanguinis missionem. Ed. 2. 1686. p. 31) giebt an, die Fibrae, zweimal so dick als ein Haar, seyen krystallhell, mit Längs- und Querstreifen bezeichnet. Die Längsstriche scheinen von Fibrillen herzurühren, welche die Fibrae zusammensetzen; diese lägen bald parallel, bald unregelmäßig, zuweilen seyen sie auch stellenweise eingeschnürt, wie aus länglichen Säckchen zusammengesetzt, doch könne dies nach der Stellung des Mikroskops sich ändern. Die Querstriche seyen eben so weit von einander entfernt, als die Längsstriche, zuweilen geschlängelt; sie rühren von Querstreifen auf den einzelnen Fibrillen her. Wenn hier unter Fibrae Primitivbündel und unter Fibrillae Primitivfasern verstanden werden, so ist die Beschreibung zum Verwundern genau. Es ist aber wahrscheinlich, daß jenes secundäre, dies primitive Bündel und daß die Querstreifen Einknickungen der Bündel sind. Vom Herzen und Darme sagt de Heyde, daß die Fibrae fehlen und nur Fibrillae vorhanden seyen. — Es lohnt wohl die Mühe, sich durch die weitschweifigen Explicationen von Muys (Musc. fabr. 1751) hindurchzuarbeiten. Er zerlegt den Muskel in Fibrae, Fibrillae und Fila und nimmt von Fibrae und Fibrillae drei, von den Fila zwei Ordnungen an, so daß jede Fibra erster Ordnung eine Anzahl Fibrae zweiter Ordnung, jede der letzteren wieder mehrere Fibrae dritter Ordnung, die Fibra dritter Ordnung eine Anzahl Fibrillae erster Ordnung enthalte u. s. f. Eine Fibra erster Ordnung müßte demnach sieben Mal in feinere Bündel zerlegt werden, ehe man zu den letzten Fila käme. Doch giebt Muys schon zu, daß in vielen Muskeln einzelne der Mittelstufen fehlten und daß die Fila erster Ordnung oft nur noch aus zwei aneinanderliegenden Fäden beständen. Seine Fibern und Fibrillen erster und zweiter Ordnung sind meist tertiäre und secundäre Bündel, die feinsten Fibrillen aber schon Primitivbündel, wie sich daraus ergiebt, daß in gekochten Muskeln die Fibern sogleich in Fibrillen dritter Ord-

[1] Leeuwenhoek schätzt den Durchmesser eines Haares auf etwa 1/600 Zoll = 0.02‴, den Durchmesser der Primitivbündel also im Durchschnitte zu gering auf 0,002‴.

nung zerfallen (p. 34). Die gröberen Fila sind innerhalb der Primitivbündel zusammenklebende Primitivfasern, sie sind nach Muys seltener und schwerer zu sehen, als die feineren, und in der Regel zerfällt die feinste Fibrille sogleich in die feinsten Fila. Diese haben den 3ten Theil vom Durchmesser eines menschlichen Blutkörperchens (p. 47. 278). Die Fibrillae, vom 9ten Theil des Durchmessers eines Haares, sah er meist cylindrisch oder prismatisch, zuweilen auch knotig, als wenn sie in gleichen Zwischenräumen durch Querfurchen eingeschnürt und zwischen den Furchen angeschwollen wären; diese Gestalt nimmt, wie er vermuthet, das Bündel bei der Contraction an (p. 23). Auch Muys schreibt den feinsten Bündeln (Fibrillae) eine häutige Scheide zu. Die feinsten Fäden sind entweder gerade oder geschlängelt und, mag man sie in den Bündeln oder einzeln betrachten, bald cylindrisch, bald knotig, und zwar kann dieselbe Faser, wie Muys annimmt, die eine oder die andere Gestalt zeigen. Die glatten Muskelfasern des Magens bringt Muys sammt denen des Herzens wegen ihrer vielfachen Verästelungen in eine besondere Classe (p. 151). Es fiel ihm aber auf, daß am Magen die feineren Fila nicht isolirbar und zu dickeren Fäden so eng verbunden wären, daß die Grenzen der einzelnen Fasern gar nicht mehr zu unterscheiden seyen.

Prochaska (De carne musc. 1778) behandelt den Gegenstand in einfacherer Weise. Er lehrt, daß durch häutige Scheidewände, Fortsetzungen der Zellhautscheide, der Muskel in Fasciculi und Lacerti, diese aber auf dieselbe Weise in kleinere Bündel getheilt werden bis zum letzten Bündel, welches aus Fibern bestehe, die ebenfalls noch jede eine Zellhautscheide haben (Primitivbündel). Die Fibern sind platt, von nicht ganz gleicher Dicke, verlaufen durch die ganze Länge des Muskels, sie bestehen aus Fäden, die ebenfalls nicht vollkommen rund, sondern prismatisch seyn sollen, vom Durchmesser des 7ten oder 8ten Theiles eines Blutkörperchens. Prochaska beschrieb Runzeln der Fasciculi, die mit bloßem Auge sichtbar seyen, Runzeln der Fibrae, in allen möglichen Formen, welche quer über dieselben laufen und ihnen, von der Seite betrachtet, ein geschlängeltes Ansehen geben (Einknickungen), endlich feinere Runzeln der Fila, wodurch sie, von der Seite gesehen, geschlängelt, von oben betrachtet, wie eine Reihe von Bläschen sich ausnähmen. Alle diese Runzeln entstehen seiner Meinung nach durch den Druck von Zellgewebefäden, Gefäßen und Nerven, welche quer über die Scheide des Bündels verlaufen; von Gefäßen sollen auch noch die Primitivfäden umgeben seyn. In der Beschreibung der Muskeln des Herzens und der Eingeweide weicht Prochaska nicht von Muys ab; er sucht die Differenz nur in der Verflechtung und darin, daß in den letztgenannten Theilen die Fila stärker und nicht zu Fibrae verbunden seyen. Erst durch Fontana (Viperngift 1787. S. 384) wurden die Querstreifen der primitiven Muskelbündel (er gebraucht zuerst diesen Namen sowie auch den Namen Primitivfasern) zu solcher Wichtigkeit erhoben und darüber die Querrunzeln (durch Einknickung) vergessen. Fontana vermuthet nur, daß die Querstreifen der Primitivbündel von den aufeinander treffenden Abtheilungen der Primitivfasern zusammengesetzt würden. Diese sind nämlich in gleichen Entfernungen von Linien unterbrochen, welche, in verschiedenen Stellen beobachtet,

für kleine Kügelchen hätten angesehen werden können. Zuweilen möchte man glauben, daß diese scheinbaren Kügelchen ebenso viele Runzeln wären. Merrem (Berl. Naturf. Freunde. 1783. IV, 411) erklärte die Muskelfasern für cylindrisch und hohl, Metzger (ebendas. V, 377) für solide Fäden, mit wellenförmigen Rändern, nicht knotig. Für Runzeln hält auch Treviranus (Verm. Schriften. 1816. I, 134) die Querstreifen der Bündel, weil sie durch Druck verschwinden; die Elementarcylinder scheinen ihm identisch mit den Cylindern des Bindegewebes. Er unterschied zuerst Muskeln mit dem Baue des Bindegewebes, wie die der Mollusken, welche aus einer gallertartigen Substanz, ohne deutliche Fasern, oder wenigstens ohne Querfalten der Fasern bestånden. Diese sah er schon nicht mehr an den Schenkelmuskeln eines Kalbes, nicht am Herzen des Frosches, an dem Magen der Scholle. Home und Bauer (*Philos. transact. 1818. p. 176. fig. 4—6. 1826. P. II. p. 64*) haben bekanntlich die Meinung aufgestellt, daß die Muskelfasern aus Kernen der Blutkügelchen gebildet würden. Was sie Kerne nennen, sind, wie früher gezeigt worden, nur die entfärbten Blutkörperchen, und ihre primitiven Muskelfasern sind Bündel, deren Einknickungen als Einschnürungen erschienen. Die Abhandlung von Prévost und Dumas (*Magendie Journ. III. 1823. p. 302*) verdient in anatomischer Beziehung nur deshalb Erwähnung, weil sie die Primitivbündel mit dem Namen der secundären Fasern, die secundären Bündel als tertiäre Fasern bezeichnen. Die Querstreifen schreiben sie der Scheide zu, da man sie an zerrissenen Bündeln nicht bemerke, die Primitivfaser halten sie mit Home und Milne Edwards für zusammengesetzt aus Kügelchen. Hodgkin und Lister (*Philos. mag. 1827.* Fror. Not. XVIII. 247) sahen die Längs- und Querstreifen der Bündel, äußern sich aber nicht über die Bedeutung der letzteren. Unter den neueren Beobachtern haben alle die Ansichten, welche Muys, Prochaska und Fontana für möglich erklärten, ihre besonderen Vertheidiger gefunden. Nach Krause (Anat. 1833. S. 57) bestehen die Primitivfasern jede aus einer Reihe dicht aneinanderliegender, sphärischer Kügelchen, von 0,0006—0,0009''' Durchmesser, welche durch eine wasserklare, zähe Feuchtigkeit zusammengehalten werden. Derselben Ansicht ist Lauth (*l'Institut. 1834. No. 70*), auch Jordan (Müll. Arch. 1834. S. 428), welcher an macerirten Muskeln die Kügelchen aus der Zellgewebescheide herausgepreßt zu haben glaubt, Jacquemin (Isis. 1835. S. 473), welcher vermuthet, daß die ovalen Bläschen in einer Röhre enthalten seyen, endlich Gerber (Allg. Anat. 1840. S. 139). Im schlaffen Muskel erscheinen ihm die Körner der Primitivfasern elliptisch, während der Action aber pomeranzenförmig, abgeplattet. Er fügt aber hinzu, das körnige Ansehen scheine zuweilen von kurzen, wellenförmigen Biegungen herzurühren. Nach Jordan sind die Kügelchen hell, die Striche zwischen denselben dunkel; sowohl die Längs- als die Querstreifen der Bündel entstehen durch die Schatten zwischen den Kügelchen. Schwann (Müll. Phys. 1837. S. 33) nimmt die Kügelchen für dunkel und die Spatien zwischen denselben für heller und etwas dünner. Zu derselben Ansicht bekennt sich Bruns (Allg. Anat. 1841. S. 306). Mayer (Seelenorgan. 1838. S. 78) glaubt, daß die röthlichen Kügelchen durch Fäden sowohl

der Länge, als der Quere nach verbunden seyen. Valentin (Hecker's N. Ann. II. 1835. S. 69) erklärt dagegen die Primitivfasern für gerade, gleichförmig; so auch Treviranus (Beitr. II. 1835. S. 69); die Ringelchen, welche zuweilen darin enthalten scheinen, seyen nur äußerlich anklebend, eine Meinung, die sich auf Untersuchung der Insectenmuskeln zu gründen scheint. Nach Ficinus (Fibr. musc. 1836. p. 19) ist die frische Muskelfaser gerade (sie wurde aus einem durch Blausäure getödteten Thier untersucht), sie zerfalle aber nach dem Tode in eine Reihe einzelner Kügelchen. Auch könne sie durch wellenförmige Kräuselung den Anschein einer Zusammensetzung aus Kügelchen annehmen und es gelinge sogar, dieselbe Faser erst von oben wie aus Kügelchen zusammengesetzt und dann von der Seite wellenförmig gebogen zu sehen. Skey (*Phil. trans. 1837. p. 376*) erklärte die Primitivfasern (*filaments*) für gerade; doch zeigten sie oft regelmäßige Eindrücke von den Querstreifen der Scheide. Valentin hat nach neueren Untersuchungen seine Ansicht dahin geändert (Bul. Encycl. XXIV. 1840. S. 212), daß die Primitivfäden, in der Ruhe glatt, erst bei der Contraction varikös würden und zwar so, daß sie „durch abwechselnde Erhebungen und Senkungen in ihrem ganzen Umfange rosenkranzartige Anschwellungen bilden, sey es nun, daß der sich erhebende Theil einer eigenen scheibenförmigen Partie angehöre oder nur die äußerste Schicht des Primitivfadens ausmache. Der centrale Theil des letzteren scheint gleichmäßiger cylindrisch zu seyn, wenigstens sieht man nicht selten an älteren Muskelfasern des Menschen, wenn man sie bei sehr starker Vergrößerung und bei Lampenbeleuchtung betrachtet, sich durch den rosenkranzartigen Faden einen weißlichen, cylindrischen Theil hindurch erstrecken, selbst wenn der Focus ganz genau ist." Ich halte es für unmöglich, über den inneren Bau eines Fadens von dieser Feinheit eine sichere Beobachtung zu machen. In der neuen Auflage seines Handbuchs (1841) entscheidet sich Krause ebenfalls für die gerade und glatte Form der Primitivfasern, das knotige Ansehen entstehe bei beginnender Fäulniß, selten an frischen Fasern im Augenblicke der Eintrocknung. Eine eigenthümliche Darstellung vom Baue der gestreiften Muskeln gab kürzlich Bowman (*Edinb. phil. Journ. 1841.* Fror. Not. Nr. 366). Die Primitivbündel lassen sich der Länge nach in Fäden zerlegen, und der Quere nach in Scheiben; sie bestehen aus primitiven Partikeln, welche, wenn man sie in ihrer Verbindung der Länge nach erhält, Fäden darstellen und Scheiben, wenn man ihre seitlichen Verbindungen berücksichtigt. Fäden und Scheiben existiren in dem unversehrten Bündel immer gleichzeitig. Die Längsstreifen sind Schatten zwischen Fasern, die Querstreifen Schatten zwischen den Scheiben. Gegen Skey behauptet Bowman, daß das Muskelbündel ganz und gar aus diesen Elementen bestehe und keine centrale Höhlung einschließe.

Nach dem Urtheile, welches über die Structur der Fasern gefällt wurde, mußte sich auch die Ansicht von den Querstreifen der Muskelbündel ändern. Lauth, Jordan, Schwann, Gerber und Valentin erkannten in ihnen dieselben Kügelchen oder Varikositäten, wie in den Primitivfasern, nebeneinander geordnet. Mit dieser Darstellung ist die von Ficinus einigermaßen verwandt; auch Ficinus hält die quergeordneten dunkeln Punkte der Bündel für identisch

mit den dunkeln Punkten der Primitivfasern, allein, wie erwähnt, beide nicht für Varikositäten sondern für Runzeln der Faser. Indeß spricht schon Lauth von Querrunzeln der Scheide bei der Contraction und Krause (obwohl früher mit dem varikösen Baue der Primitivfasern einverstanden) sah die Querstreifen ebenfalls für Falten der Zellscheide an. Die Verfechter der glatten Form der Primitivfasern suchen die Ursache der Querstreifen natürlich allein in der Zellscheide, R. Wagner, Valentin (in dem früheren Aufsatze), Treviranus (Beitr. II, 1835. 71), Berres (Mikroskop. Anat. 1836. Taf. VI. Fig. 27. Erklärung), Prévost *(Ann. des sc. nat. 2e sér. VIII. 1837. p. 318)*, Turpin *(Mandl, Anat. microsc. 1838. p. 9)*.

Eine neue Ansicht von den Querstreifen haben Raspail, Skey und Mandl vorgetragen. Raspail *(Syst. §. 1569)* sah nur die Querstreifen, nicht die Längsstreifen der Bündel und hält jene für spiralförmige Verdickungen der Zellenwand, ähnlich den Spiralfasern der in die Länge gezogenen Pflanzenzellen. Skey betrachtet das Primitivbündel *(fibra)* als eine Röhre, um welche zuerst die Längsfasern *(filaments)* liegen und zwar in Bündeln *(fibrillae)* von je 8—10 Filamenten; die Längsfasern würden durch ringförmige Fäden *(cellular threads)* befestigt, welche mit den äußersten Theilen der Filamente genau verbunden seyen. Sie seyen helle und erhabene, auf den äußeren Rändern hervorragende, schmale Leisten. Mandl *(p. 14)* sieht Bündel, welche zum Theil noch mit Querstreifen bezeichnet, an dem einen Ende in Fasern aufgelöst sind und daneben einen Faden (in der Abbildung sind es mehrere), auf mannichfache Weise gewunden und geschlängelt (Fasern von interstitiellem Bindegewebe). Wie könnte, fragt er sich, dieser Faden, der nicht den Elementarfasern des Muskels angehört, zur Gegenwart der Querstriche beitragen? Er muß spiralförmig um das Bündel gewickelt gewesen seyn. Einigermaßen scheint auch Gerber dieser Ansicht beizutreten. An quergestreiften Bündeln, sagt er, erscheinen oft die unteren Primitivfasern cylindrisch, wenn sie durch Abstreifen der äußersten, quergestreiften entblößt werden, und man glaube die Lücken einer stellenweise abgestreiften, quergerunzelten Hülle zu sehen (dieser Anschein entsteht, wenn die Querstreifen nicht über das ganze Bündel weggehen, sondern nur einzelne Flecke einnehmen). Gerber versichert, Spiralfäden mit dichten Windungen um die frischen Primitivbündel bei Hunden gesehen zu haben und bildet sie auch ab (Taf. IV. Fig. 79). Vielleicht, schließt er, sind die Körner, aus denen die Primitivfasern bestehen, in zwei Richtungen trennbar, je nachdem ihre Verbindung bald der Länge bald der Quere nach inniger ist. Allerdings ließe sich so die große Verschiedenheit zwischen benachbarten Primitivbündeln in dieser Beziehung erklären: allein die Körner sind höchstwahrscheinlich nur optisch.

Als Querstreifen sind in unseren Tagen öfters die feinen knieförmigen Einknickungen der Primitivbündel beschrieben werden, welche schon die ersten Beobachter richtig erkannt hatten. Schulz (De aliment. concoctione. p. 34) sah sie außerhalb des Fötus als helle Zwischenräume, die er Internodien nennt, Ficinus wirft sie an mehreren Stellen mit den eigentlichen Querstreifen zusammen, obschon er an anderen (p. 35) auch die feinen wellenförmigen Beugungen,

durch welche die Contraction geschieht, sowohl von den Querstreifen, als von den groben Einknickungen von Prévost und Dumas unterscheidet. Hieher scheinen auch die gröberen Querstreifen zu gehören, welche Valentin (Syst. musc. evol. p. 3) und Müller (Phys. II, 41) an Insecten beobachtet haben, sowie ferner die breiten Streifen, welche Skey (*p. 373. fig. 2 a*) und Mandl (*Fig. 9*) für die Querstreifen der Insecten halten. Die Spiralfasern dagegen, welche Mandl *Fig. 14* als Fasern der Muskelscheide von Insecten abbildet, sind offenbar Tracheenfasern und für nichts Anderes kann ich die bei Skey *fig. 2. b.* dargestellten halten.

Es ist merkwürdig genug, daß, während in all diesen Deutungen von Anfang an die Zellgewebescheide der Muskelbündel eine so große Rolle spielte, doch Niemand daran dachte, dieselbe darzustellen. Man war eigentlich nicht weiter gegangen, als Leeuwenhoek, welcher wußte, daß auf dem Querschnitte die Primitivbündel durch schmale Septa getrennt seyen. Erst Ficinus (p. 24) stellte wirklich Bindegewebefasern dar, welche quer oder schief über die Bündel verliefen, doch sind diese keineswegs constant. Die eigentliche Scheide wurde zuerst von Valentin gesehen (Hecker's Ann. 1835. S. 71). Er bewies, wenn auch nicht ihre lebendige Contractilität, doch ihre Existenz, indem er die Enden der Primitivfasern eines während der Reizung durchschnittenen Muskels kreisförmig nach außen umgestülpt sah. Müller unterschied an Insectenmuskeln die Scheide als hellen Saum (Phys. II, 42) und Schwann lehrte die Structur oder vielmehr den Mangel der Structur in derselben kennen (Mikroskop. Unters. 166). Schwann entdeckte auch die Kerne der gestreiften und ungestreiften Muskeln, welche alsdann von Pappenheim (Verdauung S. 111. 147. 182), Valentin (Müll. Arch. 1840. S. 211) und Rosenthal (De form. granulosa p. 5) auch bei Erwachsenen aufgefunden und von den beiden Erstgenannten als aufgereihtes Epithelium, von Rosenthal als Formatio granulosa gedeutet wurden. Was Rosenthal nuclei derselben nennt, sind Kernkörperchen oder unregelmäßige Körnchen.

Den glatten Muskelfasern erging es, wie den Arterienfasern, indem bald ihre wahren Elemente (die granulirten Primitivfasern oder Bündel), bald die Kernfasern, bald endlich die feinsten Fibrillen gesehen worden sind, in welche die Primitivfasern, wiewohl selten, zerfallen. So kommt es, daß über ihre Stärke und Form so sehr verschiedene Angaben existiren. Lange wurde auch noch das Herz den organischen Fasern beigezählt, bis Krause, Lauth und Wagner die Querstreifen seiner Bündel entdeckten. Von allen, außer Valentin, wird die netzförmige Verflechtung und die Häufigkeit der Anastomosen in den organischen Muskelfasern behauptet, was indeß, wie oben gezeigt wurde, nur in Beziehung auf die secundären Bündel oder auf die Kernfasern richtig ist. Am meisten ist die Muskelhaut des Darmcanales und der Blase untersucht. Krause sagt (Anat. I, 1833. S. 65), ihre Fasern seyen blasser, weicher und stärker, als die der soliden Muskeln, Lauth sagt von den Längsfasern des Dickdarmes, sie seyen in sehr feine Bündel zusammengefaßt, von den Kreisfasern desselben und den Fasern des Magens und des Uterus außer der Schwangerschaft, sie seyen nicht zu Bündeln vereinigt. Nach R. Wagner (Bur-

bach's Phys. V, 1835. S. 147. 152) sollen sich willkürliche und unwillkürliche Muskeln gleich verhalten, die Primitivfäden des Darmes 0,0025''' Durchmesser haben. Ficinus hat einige gute Abbildungen, z. B. fig. 32 aus dem Magen der Gans, an welcher ich die granulirten und die Kernfasern wieder erkenne, hält aber, mit Ausnahme des Mangels der Querstreifen und der zahlreichen Anastomosen, willkürliche und unwillkürliche Muskelfasern für identisch. Skey (*p. 279. 280. Tab. XVIII. fig. 2. 3. u. a.*) hat elastische Fasern und nicht einmal die feinen, zwischen den Bündeln gelegenen, sondern die starken Fasern der elastischen Haut des Oesophagus dargestellt. Schwann gab den Durchmesser der Fasern des Darmes zu 0,0007—0,0013''' an (Müll. Phys. II, 36), wobei die feinen Primitivbündel und Kernfasern ausgesucht seyn mußten. Indem er später aus der Anwesenheit der Kerne an den organischen sogenannten Fasern schloß, daß sie Bündeln anderer Gewebe entsprechen müßten (Mikroskop. Unters. 167), brachte er zuerst Licht in diese verwirrte Materie, wenn auch seine Vergleichung der glatten Muskelfasern mit den varikösen Muskelbündeln sich als irrthümlich erweist und die glatten nicht blos als auf einer früheren Entwickelungsstufe stehen gebliebene variköse Muskeln betrachtet werden dürfen. Valentin (Berl. Encycl. 1840) giebt den Durchmesser der glatten Muskeln zu 0,0018''' an; er bemerkte die Längsstreifen der Faser, schließt daraus, daß sie Primitivfäden enthalte, schreibt ihnen auch einen centralen Canal zu, der, wie ich bereits erwähnte, wohl nichts Anderes ist, als die Kernfaser. Nach den letzten Angaben von Krause (Anat. 2. Aufl. I, 97) wären die glatten Muskelfasern meist 0,0015''' breit und 0,0011''' dick, wobei mir die Breite zu gering, die Dicke viel zu hoch angegeben scheint.

Vom Nervengewebe.

Das Nervensystem ist das Organ des psychischen Lebens, der Empfindung und, in seiner Wechselwirkung mit dem Muskelgewebe, der Bewegung. Von dem gesammten Nervensystem ist es allein das Gehirn, in welchem die organischen Thätigkeiten, welche Bedingung der geistigen Functionen sind, vor sich gehen; das Gehirn ist der Sitz der specifischen Empfindungen, denn solche sind noch möglich, wenn das Sinnesorgan bis auf sein centrales Ende zerstört ist; vom Gehirn und vom Rückenmarke geht der Impuls zu Bewegungen aus. Aber es findet auch Empfindung statt, wenn Reize den Körper an seiner Oberfläche treffen, der Impuls zur Bewegung, welcher eine Action der Centralorgane ist, äußert sich an den peripherischen Muskeln, als Contraction. Die Theile, welche die Körperoberfläche und die Muskeln mit den Centralorganen in Verbindung setzen, sind die Nerven. In den Nerven ist die Substanz, welche, wenigstens vermittelnd, bei den genannten

Lebensäußerungen thätig ist, am meisten isolirt und am zugänglichsten. Wir fangen daher die Untersuchung dieser Substanz bei den Nervenstämmen an. Dann wird es sich fragen, wie weit sie sich einerseits in die sensibeln und contractilen Gewebe und, nach der anderen Seite hin, in die Centraltheile verfolgen lasse, mit was für Elementen sie hier und dort in Verbindung trete.

Structur.

Die Nerven bestehen aus eigenthümlichen Fasern. Gleich am Ursprunge aus den Centralorganen wird eine gewisse Zahl solcher Fasern zu einem Bündel zusammengefaßt, dies sind die Nervenwurzeln; die Nervenwurzeln treten zusammen zum Nervenstamme, der Stamm spaltet sich nach der Peripherie hin in Aeste, welche feiner und feiner werden und sich zuletzt in die Substanz verlieren.

Unter den Nervenzweigen kommen zwei Arten vor, die, obwohl häufig untereinander gemischt, in ihren Extremen doch hinreichend verschiedene Charaktere haben, um sie vor aller Kenntniß ihres feineren Baues zu unterscheiden. Die einen sind fest, glänzend weiß, durch Querstreifen ausgezeichnet und verbreiten sich vorzugsweise zu den Muskeln des Stammes und zur Haut; die anderen, weich, röthlich grau, platt, vielfach untereinander verflochten, gehören mehr den Eingeweiden an und begleiten die Blutgefäße. Jene haben knotenartige Anschwellungen nur an den Ursprüngen und an Stellen, wo sich Nerven der zweiten Art mit ihnen verbinden; diese sind an allen Stellen mit Knötchen besetzt. Man nennt die Nerven der ersten Art weiße, animalische, Cerebrospinalnerven, die anderen graue, weiche, trophische, sympathische, vegetative oder organische, auch Gefäß- oder Ganglienнerven. Wir beginnen mit der Beschreibung der weißen Nerven.

Die w e i ß e n N e r v e n besitzen eine Scheide aus festem Bindegewebe, Neurilem, deren Stärke mit der Dicke der Nerven zu- und abnimmt. Sie geht nach außen in das formlose Bindegewebe, welches die Nerven umgiebt, allmählig über, nach innen schickt sie Fortsätze, welche immer kleinere und kleinere Mengen von Nervenfasern einhüllen und in Bündel zusammenfassen, ebenso wie an den Muskeln wiederholte Abtheilungen und Unterabtheilungen vorkommen. Es muß aber sogleich bemerkt werden, daß die Primitivf a s e r n der Nerven, wenn man ihre Entwickelung mit der Entwickelung der Muskeln vergleicht, einem Primitivb ü n d e l der gestreiften Muskeln

entsprechen, daß demnach die feinsten Bündel aus Nervenfasern, wenn man die Analogie mit den Muskeln festhalten will, schon secundäre Bündel genannt werden müssen. Die Nervenfaserbündel sind übrigens von viel weniger constanter Form und Größe, als die Muskelbündel, bald liegen nur secundäre Bündel, einander coordinirt, in der gemeinsamen Hülle, bald sind die secundären zu tertiären verbunden u. s. f. An den Nerven sind Verflechtungen und Anastomosen der Bündel aller Ordnungen, wie der Aeste und Stämme selbst, sehr gewöhnlich und es giebt nur wenig Nerven, in denen, wie z. B. im Sehnerven, die secundären Bündel fast parallel neben einander liegen.

Das Bindegewebe des Neurilems hat, wie bereits früher erwähnt wurde, durchaus den Charakter des fibrösen Gewebes; die Septa zwischen den feineren Bündeln aber bestehen aus Fasern oder Membranen, welche mehr Aehnlichkeit haben mit Formen, die das Bindegewebe während seiner Entwickelung durchläuft, oder Uebergänge zwischen Bindegewebe und Epithelien darstellen. Häufig kommen noch ächte Bindegewebefibrillen vor, aber nicht mehr so bestimmt in Bündel parallel geordnet, sondern mehr vereinzelt und durchflochten; dazwischen verlaufen Fasern, die durch längliche dunklere Anschwellungen sich auszeichnen, Reste der Cytoblasten, aus denen diese Fasern hervorgegangen sind, auch structurlose, glashelle oder schwach granulirte häutige Röhren mit aufliegenden und in die Länge gezogenen Zellenkernen finden sich; ich sah solche Röhren, welche nur zwei Primitivfasern umschlossen. In der Wand dieser Röhren entwickeln sich ähnliche, in Essigsäure unlösliche Fasern, wie in der gestreiften Gefäßhaut. Man findet dergleichen, z. B. am Sehnerven, welche so vielfach unter einander anastomosiren, daß sie nur feine, weiche Membranen, netzförmig durchbrochen, darstellen. Endlich erscheint in der Hülle aller secundären Nervenbündel die Art von Fasern, welche wir auf der inneren Fläche der Sklerotika und auf der Zonula Zinnii kennen gelernt haben (Taf. II. Fig. 4 und 9), breiter und schmaler, sehr blaß, oft gabelförmig getheilt und an den Theilungsstellen zu kleinen Knötchen angeschwollen. Bei dem Frosche sah ich oft die secundären Bündel ringförmig und in regelmäßigen Abständen von hellen Fasern umgeben und eingeschnürt, welche mit langgezogenen dunkeln Kernen besetzt waren. Bei den Säugethieren ist mir dies nicht vorgekommen, obgleich auch hier die Fasern zuweilen quer, rechtwinkelig gegen die Längenaxe

der Nerven liegen. Pappenheim hat dasselbe gesehen, indem er sagt[1], es werde ein einzelnes Nervenbündel äußerlich noch von einem Faden spiralig umwunden, gleichsam wie ein Bündel Stroh, und dadurch stellenweise eingeschnürt. Dieser Faden scheine sehnig zu seyn, doch habe er ihn auch in elastische Fasern zerlegt. Er erinnert sich der Stelle nicht, wo dies vorgekommen sey.

Zwischen den Elementen des Bindegewebes verlaufen die Capillargefäße, welche sehr in die Länge gedehnte Maschen bilden und daher in weiten Strecken den Nervenfasern parallel gehen. Die Capillargefäße der Nerven gehören zu den allerfeinsten; sie haben im entleerten Zustande nicht viel mehr als 0,002''' Durchmesser und bestehen allein aus der primären Gefäßhaut mit den längsovalen oft sehr regelmäßig alternirenden Zellenkernen. Die secundären Bündel sind oft zu jeder Seite von einem der Länge nach laufenden, stärkeren Gefäß begleitet. Die capillaren Aeste, welche beide Längsgefäße verbinden, gehen quer und schief über die obere und untere Fläche des Bündels weg.

Alle diese verschiedenartigen Elemente muß man wohl kennen und absondern, ehe man an die Untersuchung der Nervenfasern selbst geht. Diese sind auf den ersten Blick ausgezeichnet durch ihre dunkeln Ränder und die scharfen Contouren des Inhaltes, der in seinen Eigenschaften, das Licht zu brechen, dem Fette sehr ähnlich ist (Taf. IV. Fig. 5, A). Bei auffallendem Lichte erscheinen die Nervenfasern einzeln glänzend und durchsichtig, wie Oelstreifen, in größeren Massen weiß. Die stärkeren liegen gerade, geschlängelt oder auch in scharfen Winkeln zickzackförmig gebogen, wie die Muskelfasern. Die regelmäßigen Beugungen parallel neben einander liegender Fasern geben selbst den feinsten Nerven das bekannte, zierlich quergebänderte Ansehen. In Wasser macerirt, werden die geschlängelten Fasern gerade, durch Druck oder Dehnung gestreckt, nehmen sie die frühere Form nicht wieder an (E. Burdach).

Die Stärke der Primitivfasern ist sehr verschieden. Ihr Durchmesser, der sich, so weit man sieht, an den einzelnen Fasern überall gleich bleibt, beträgt von 0,0008''' — 0,0084'''[2]. In den meisten

[1] Verdauung. Druckfehler zu S. 150.

[2] 0,008 Raspail. 0,003 — 0,006''' (Ciliarnerven) R. Wagner. 0,004 — 0,008''' Ehrenberg. 0,001 — 0,003''' Krause. 0,006 — 0,010 Remak. 0,0012 — 0,0060 Bruns. Eine große Zahl von Messungen theilt Treviranus mit. Beitr. II, 36.

Nerven kommen Fasern jeder Stärke nebeneinander vor, in anderen haben die feineren oder die stärkeren das Uebergewicht. Die Nerven der drei höheren Sinne besitzen die feinsten Primitivfasern; ein Durchmesser von 0,0018‴ ist im Opticus schon selten; auch in den reinen Hautnerven, z. B. in den Aesten, welche zwischen den Rückenmuskeln hervorkommen und sich zur Haut des Rückens begeben, sieht man meist feine Fasern, von 0,0015‴ an und noch feinere, in den Augenmuskelnerven dagegen kommen fast nur stärkere Fasern vor. Man möchte daraus schließen, daß die gröberen Fasern den Bewegungs-, die feineren den Empfindungsnerven angehören, was auch die Untersuchung der Wurzeln bestätigen wird; indeß kann die Grenze nicht ganz streng seyn, da zwischen den feinsten und stärksten Fasern eines Nerven auch Fasern von mittlerem Durchmesser sich finden. Man sieht in den Nerven weder natürliche Enden, noch Theilungen oder Anastomosen der Fasern. Von dem völligen Uebergange einer Faser in die andere, welcher zuweilen beobachtet worden ist, soll später die Rede seyn.

Die Fasern sind frisch, und ohne Wasser untersucht, ganz hell und farblos, mit einfachen dunkeln Rändern, wie krystallen. Isolirt vertrocknen sie sehr rasch und können daher nur einen Augenblick in ihrem natürlichen Zustande beobachtet werden. Dagegen erhalten sie sich, von der Haut bedeckt, ziemlich lange unversehrt und in durchsichtigen Theilen, wo sie bald in Bündeln, bald auch einzeln Strecken weit verlaufen, lassen sie sich bequem untersuchen. Am geeignetsten dazu fand ich die Nickhaut des Frosches; man schneidet sie mit einer Partie der angrenzenden Haut, um die Einwirkung des Wassers um so länger zu verhüten, aus dem lebenden Thiere und breitet sie, ohne Druck, auf einem Glasplättchen aus. Das Epithelium, die Blutgefäße und die eigenthümlichen Fasern dieser Membran sind durchsichtig genug, um die Verfolgung der Nerven wenigstens bis zum dunkeln, mit Pigment bedeckten freien Rande der Nickhaut zu gestatten. Sie erscheinen wie cylindrische Glasfäden, ganz leicht geschlängelt, die Ränder im Allgemeinen parallel, jedoch nicht ganz gerade, sondern stellenweise etwas eingebogen, wodurch geringfügige und unregelmäßige Einschnürungen entstehen (Taf. IV. Fig. 5. A).

Bald nach dem Tode und besonders rasch bei Behandlung mit kaltem Wasser bildet sich in stärkeren Nerven längs jedem Rande eine zweite, parallel laufende, dunkle Linie, die zuerst ganz dicht

an der äußeren entsteht und nach und nach weiter von derselben ab nach innen rückt. Jede Faser ist alsdann von zwei dunkeln Contouren jederseits begrenzt (Fig. 5, D. L.), zugleich zeigen sich Querstriche und Runzelungen auf der Faser, wodurch sie das Ansehen eines Atlasbandes erhält. Die beiden dunkeln, jeden Rand begrenzenden Linien sind nicht ganz continuirlich; sie vereinigen sich oft in eine einzige Spitze, neben welcher, nach innen oder außen, eine neue Spitze entsteht, die sich alsbald wieder in zwei Parallellinien spaltet, oder sie treten auseinander und schließen runde oder ovale Figuren ein (Fig. 5, L. c c). Es ist merkwürdig, daß diese doppelten Contouren nur an Nerven von gewisser Stärke sich zeigen; an feinen, aber stellenweise angeschwollenen Nervenfasern sieht man sie nur an den Anschwellungen.

An isolirten Nervenfasern sind die dunkeln Linien, auch bei der zartesten Behandlung, hier und da inmitten ihres Verlaufes unterbrochen und zwar immer beide an beiden Rändern einander gegenüber; als Fortsetzung der äußeren erscheint jederseits eine feine, blasse, nach innen eingebogene Linie (Fig. 5, B. C. F), den Raum zwischen beiden füllt eine ebenfalls sehr blasse, feinkörnige Substanz aus; und dieses Ansehen belehrt uns, daß die Faser aus zwei gesonderten Gebilden bestehe, aus einer blassen Hülle, welche zusammenfällt, wenn der Inhalt sich zurückgezogen hat, und aus einem in der Hülle enthaltenen Stoffe, von welchem das eigenthümliche Ansehen der unversehrten Faser herrührt. Man darf sich aber nicht vorstellen, daß von den beiden dunkeln Linien an jeder Seite die eine durch die Hülle, die andere durch die äußere Grenze des Inhaltes gebildet werde. So lange dieser sich unversehrt erhält, ist die Hülle durchaus unsichtbar und die doppelten Contouren zeigen sich ebensowohl an dem ausgetretenen Contentum der Nervenfasern oder Nervenröhren, wenn die Fragmente breit genug sind[1].

[1] A priori sollte man erwarten, daß an den Stellen, wo der Inhalt unterbrochen ist und die seitlichen Contouren enden, auch eine quere, dieselben verbindende Linie als vordere Begrenzung des Inhaltes erscheinen müßte. Dies ist aber nur höchst selten der Fall und danach wäre mir die Deutung fast bedenklich geworden, hätte ich nicht ähnliche Erfahrungen gemacht in Fällen, wo über das wahre Verhältniß kein Zweifel seyn konnte. Bringt man nämlich irgend einen Theil aus einem Insect in Wasser, so trennt sich das Contentum der Tracheen, die Luft, in einzelnen Blasen oder Säulen, wahrscheinlich durch stellenweises Eindringen von Wasser in die Tracheen. Diese haben, so weit sie

Wenn die Nervenfasern gedrückt werden, so entleert sich die Scheide in größeren Strecken. Dünne Nervenbündel erscheinen schon dem bloßen Auge an gedrückten Stellen hell und durchsichtig, indeß die weiße Substanz nach beiden Seiten ausweicht. So kommen auch an gedehnten Nerven hellere Stellen vor und untersucht man sie mikroskopisch, so sieht man den weißen, oder bei durchfallendem Lichte dunkeln Inhalt in jedem Bündel unregelmäßig abgerissen, oft in eine Spitze ausgezogen enden und dieselbe Zwischensubstanz gelblich, körnig und der Länge nach fein gestreift. An isolirten Röhren zeigen sich oft, von den Enden der Fasern ausgehend und als Fortsetzungen derselben, platte, mehr oder minder breite, blasse und schwach granulirte Fäden, deren äußere Contouren in die äußeren Ränder der ganzen Primitivröhre übergehen (Fig. 5, F. a). Auch in kürzeren oder längeren Strecken des Verlaufes der Fasern kommen solche Fäden vor, die sich nach beiden Seiten hin wieder zur Röhre erweitern, in deren Innerem noch die eigentliche Nervensubstanz eingeschlossen ist (B). Selten gelingt es, durch einen Druck unter dem Mikroskop den Inhalt so zu entfernen, daß die leere Hülle zurückbleibt; denn während ein Theil des Contentum an der Spitze oder durch Platzen der Hülle an der Seite austritt, wird der Rest durch den Druck nur um so fester zurückgehalten. Dagegen ist die concentrirte Essigsäure ein sehr geeignetes Mittel, um die Hülle zu entleeren und den ganzen Vorgang mit den Augen zu verfolgen. Man bringt zu dem Ende bei einer Vergrößerung, die einen hinreichenden Focalabstand gestattet, ein möglichst fein zertheiltes Nervenbündel in wenig Wasser unter das Mikroskop und setzt, wenn man eine einzelne, in einer gehörigen Strecke isolirte Faser gefunden hat, einen Tropfen Essigsäure zu. Augenblicklich wird das Contentum blaß, größtentheils feinkörnig und flüssig und strömt, durch die Contraction der Scheide getrieben, in Klümpchen oder cylindrischen Stückchen am Schnittende aus; die zurückbleibende Hülle ist weich, ein wenig gekräuselt, und so blaß, daß sie nur durch Beschattung oder Hin- und Herbewegen in der Flüssigkeit

Luft enthalten, ganz dunkle seitliche Contouren, dazwischen sind sie blaß; man kann die Luftblasen und damit die dunkeln Ränder in derselben Röhre auf und ab treiben; niemals wird aber dabei eine vordere und hintere Begrenzung derselben sichtbar. Eine solche erscheint erst in dem Augenblicke, wo die Luftblase aus dem durchschnittenen Gefäß austritt und die kugelförmige Gestalt annimmt.

und auch so kaum erkannt wird, wenn man sich nicht ihre Lage gemerkt hat. Unter Zusatz von Wasser wird sie deutlicher; sie erscheint jetzt feinkörnig, cylindrisch, wird aber bei dem geringsten Drucke platt. Allmählig zieht sie sich zusammen und wird zuletzt zu einem dunkeln, etwas rauhen, scheinbar soliden Faden. Schwann[1] und Rosenthal[2] haben längsovale Zellenkerne in der Scheide der Nervenröhren wahrgenommen. Mir ist dies nicht geglückt und wenn es den Anschein hatte, so zeigte sich bei genauerer Untersuchung immer, daß der Kern einem Capillargefäße oder einer Kernfaser des Bindegewebes angehörte, welche dicht an der Nervenröhre lagen und sich weiterhin, früher oder später von derselben entfernten. Nur beim Frosche kamen mir structurlose Hüllen mit Zellenkernen um eine einfache Nervenröhre vor, aber dann war ein solcher Abstand zwischen der inneren Oberfläche der kernhaltigen Hülle und der äußeren Oberfläche der Nervenfaser (Fig. 5, H), daß ich vermuthen möchte, die letztere sey noch von ihrer eigenen Scheide umschlossen und die kernhaltige Hülle eine secundäre gewesen, so daß man gewissermaßen ein secundäres Bündel vor sich hätte, in welchem nur Ein primäres Bündel zur Entwickelung gekommen wäre. Ich muß demnach das Vorkommen von Kernen an der Scheide primitiver Nervenröhren für etwas sehr Seltenes halten, möchte sie aber nicht ganz leugnen, da sie doch höchst wahrscheinlich in früheren Entwickelungszuständen vorhanden sind. Es scheint, als ob auch Faserung sich in der Scheide der Primitivfasern bilden könnte. Eine undeutliche Längsstreifung ist von Vielen beobachtet; Rosenthal giebt Längs- und Querstreifen an und auch mir erschienen an Nervenröhren, die ich mit verdünnter Essigsäure behandelt hatte, ähnliche Einschnürungen, wie oft an den Bindegewebebündeln, nur sehr viel dichter, und äußerst feine, schief und einander kreuzend über die Oberfläche verlaufende Fasern; ob aber wirklich zusammenhängende Kernfasern die Nervenröhre umgeben, habe ich noch nicht mit Sicherheit ermitteln können. Ob die feinsten Röhren noch eine Hülle haben, ist schwer zu sehen und oft bezweifelt worden. Die Analogie spricht dafür und ich glaube sie als feinkörnigen Rand zuweilen längs der verdünnten Stellen von varikös gewordenen Fasern (Taf. IV. Fig. 5, M. a), sowie zwischen den Kügelchen

1 Mikrosk. Untersf. Taf. IV. Fig. 9. c. d.

2 Form. granul. p. 18.

der Nervensubstanz gesehen zu haben (b), wenn diese sich in Kügelchen getrennt hatte. Wie leicht ist es aber möglich, daß das, was man für Hülle hält, nur Flecken sind, Spuren, welche die sich zurückziehende Nervensubstanz auf dem Glase hinterlassen hat.

Von der Hülle der Nervenfaser wenden wir uns jetzt zum wesentlichen Theile derselben, dem Inhalte oder Nervenmarke. Es ist eine zähe und weiche Substanz, die sich auspressen läßt und deshalb einigermaßen flüssig genannt werden muß; in frischen Nerven erscheint sie, wie erwähnt, ganz homogen, unter Umständen nimmt sie sehr eigenthümliche Formen an. Da diese wahrscheinlich in der chemischen Zusammensetzung begründet sind und sich vielleicht aus derselben erklären lassen, so schicke ich die Ergebnisse der chemischen Untersuchung voraus. Zu den Analysen wurde zwar hauptsächlich Gehirnmark verwandt, indeß verhalten sich die Nerven so ähnlich, daß man die constituirenden Bestandtheile beider einstweilen für identisch nehmen kann.

⁴/₅ des Gehirnmarkes sind Wasser; die feste Substanz, welche nach dem Verdunsten des Wassers zurückbleibt, wird durch Aether und heißen Alkohol ausgezogen und so in zwei Partien getrennt. Die Auflösungen in Aether und Alkohol enthalten die Fettarten; was ungelöst bleibt, ist ein Gemenge von geronnenem Eiweiß, Salzen, nebst den Gefäßen, Nervenscheiden und den etwa eingewebten Bindegewebefasern, deren Quantität im Gehirne, beiläufig gesagt, sehr gering ist. Aus diesem Gemenge nimmt Essigsäure das Eiweiß und die phosphorsauren Salze, Wasser eine thierische Materie und Kochsalz auf. Die relativen Mengen dieser einzelnen Mischungstheile ergeben sich ungefähr aus den folgenden Analysen:

John[1] fand im Kalbsgehirne

Wasser	75—80
Eiweißstoff	10
Fett, Weingeistextract, Phosphor, Schwefel und Salze	15—10
	100

1 Chem. Unters. mineral., vegetab. und animal. Substz. Berl. 1813. 8. S. 246.

Nach Vauquelin enthält das Gehirn des Menschen:

Wasser	80,00
Eiweißstoff	7,00
Fett	5,23
Phosphor	1,50
Fleischextract	1,12
Säuren, Salze, Schwefel	5,15
	100,00

Denis[1] fand im Gehirne

	eines 20jährigen,	eines 78jähr. Menschen
Wasser	78,00	76,00
Eiweiß	7,30	7,80
Fett (phosphorhaltig)	12,40	13,30
Osmazom und Salze	1,40	2,50
Verlust	0,90	0,40
	100,00	100,00

Der Eiweißstoff des Gehirnes scheint von dem Eiweiß des Blutes nicht wesentlich verschieden. Vom Fette macht Cholestearin den größten Theil aus. Den Rest der fetten Materie zerlegte Couerbe[2] in vier verschiedene Substanzen, und zwar:

1. Cerebrot. Es fällt aus der Alkohollösung beim Erkalten in Verbindung mit Cholestearin als weißes Pulver nieder. Der Niederschlag wird mit Aether extrahirt, welcher Cholestearin auflöst und Cerebrot zurückläßt. Es ist, gleich dem Cholestearin, nicht verseifbar, unschmelzbar, macht keine Flecken auf Papier. Gleich den folgenden drei Fetten enthält es außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff, Schwefel und Phosphor und den letzteren, wie Couerbe angiebt, bei Rasenden in größerer, bei Blödsinnigen in geringerer Quantität, als bei Gesunden. Das normale Gehirn soll 2—2,5 Procent Phosphor enthalten. Couerbe's Cerebrot ist identisch mit dem festen Gehirnfette Vauquelin's, dem Hirnwachs von Gmelin, dem Myelokon von Kühn.

2. Eleencephol, Cerebrot nach Berzelius, bleibt in der Alkohollösung, aus welcher sich beim Erkalten Cholestearin und Cerebrot

1 *Rech. sur le sang. p. 30.*

2 *Du cerveau, considéré sous le point de vue chimique et physiologique. Paris, 1834. 8.*

abgesetzt haben. Es ist ein gelbröthliches Oel von unangenehmem Geschmacke; die übrigen festen Fette des Gehirnes löst es leicht auf.

3. Cephalot und

4. Stearokonot sind in dem Rückstande der Aetherlösung enthalten, aus welchem Alkohol die vorigen Substanzen ausgezogen hat. Cephalot wird wieder durch Aether aufgelöst, während Stearokonot, welches nur unter Mitwirkung des Eleencephols in Aether löslich war, zurückblieb. Das Cephalot ist fettig, dunkelgelb, erweicht in der Wärme, wird durch Alkalien verseift, das Stearokonot, eine fette, gelbe, pulverige Materie, unschmelzbar, wird durch Alkalien verseift.

Die sämmtlichen schwefel- und phosphorhaltigen Fette sind nach Frémy[1] Gemische aus den fetten Materien des Gehirnes mit Eiweiß, von welchem der Gehalt an Schwefel, Phosphor und Stickstoff herrührt. Frémy erhielt neben Cholestearin zwei fette Säuren, wovon die eine, Oleinsäure, auch in den übrigen thierischen Fetten vorkommt, die andere, Cerebrinsäure, dem Gehirne eigenthümlich ist. Diese Säuren sind theils frei, theils in Verbindung mit Natron und also im verseiften Zustande im Gehirne enthalten. Die ausführlicheren Mittheilungen Frémy's werden noch erwartet.

Harting[2] calcinirte die Nervenfasern auf dem Objectträger; es blieben parallele Streifen und Kügelchen, die sich nicht abwaschen ließen, sondern angeschmolzen waren und, wie Harting glaubt, größtentheils aus phosphorsaurer Kalkerde bestanden.

Das Rückenmark hat nach Vauquelin mehr Fett und weniger Eiweiß, als das Gehirn, die Nerven sollen dagegen mehr Eiweiß enthalten. Die Zusammensetzung der Rinden- und Marksubstanz des Gehirnes hat Lassaigne (bei einem Geisteskranken) verglichen. Das Resultat war:

	Rindensubstanz.	Marksubstanz.
Eiweiß	7,5	9,9
Farbloses Fett	1,0	13,9
Rothes Fett	3,7	0,9
Fleischextract, Milchsäure, Salze	1,4	1,0
Phosphorsaure Salze	1,2	1,3
Wasser	85,0	73,0

1 *Comptes rendus. 1840. 2e sém. No. 19.*

2 *v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 231.*

Das Uebergewicht des Fettes in der Marksubstanz, des Wassers und Eiweißes in der Rindensubstanz ist auffallend genug; zum Theil ist an diesen verschiedenen Verhältnissen allerdings der Blutreichthum der Rindensubstanz schuld.

Das wesentliche Resultat dieser Untersuchungen ist, daß eine Seife und eine freie, fettartige Substanz in Verbindung mit Eiweiß im Wasser des Nervenmarkes sich aufgelöst befindet. Es ist während des Lebens und bei der Wärme des Körpers eine wirkliche Auflösung und keine Emulsion, denn in einer Emulsion ist das Fett nur fein zertheilt und in mikroskopischen Kügelchen enthalten. In Kügelchen scheidet sich aber das Nervenmark erst nach dem Tode, die, wenn auch nicht reine Fettkügelchen, doch denselben ziemlich ähnlich sind und vielleicht eben durch die Trennung der fett- und eiweißartigen Bestandtheile entstehen.

Wenn sich in dem Marke der Nervenröhren die beiden, den Rändern parallel laufenden Linien gebildet haben, so schreitet die Veränderung nach innen weiter fort, um so rascher, je weniger eiweißhaltig und je kälter das Wasser, womit die Nervenröhren befeuchtet werden. E. Burdach empfiehlt daher laues Wasser zur Untersuchung der Nerven. Zuerst, wie man an stärkeren Röhren beobachten kann, bilden sich sehr scharf und dunkel begrenzte größere und kleinere Kügelchen (Fig. 5, H d d e), frei oder durch einen Stiel in die Substanz übergehend, welche zwischen den parallelen Linien des Randes eingeschlossen ist; sie bilden sich am ganzen Umfange der Nervenröhre, daher sie unter dem Mikroskop längs den Rändern oder auch mitten auf der Fläche derselben erscheinen. Die Kügelchen fließen zu unregelmäßigen Figuren zusammen (B); der dunkle Rand wird dadurch breiter, schreitet von allen Seiten gegen die Axe vor und füllt endlich die ganze Röhre aus (D. c). Er ist von Körnchen und unregelmäßigen Linien durchzogen, die sich allmählig mehren, wodurch das Nervenmark ein feiner granulirtes Ansehen erhält (E). Die gleichen Veränderungen erfolgen, nur viel schneller, am Nervenmarke, wenn es am Schnittende oder durch einen Riß aus der Scheide quillt (I. a. E. b); es formt sich dann zu ganz unregelmäßigen, körnigen Klümpchen oder es behält die cylindrische Gestalt, die es in der Scheide hatte. Dieselben Vorgänge beobachtet man auch an feineren Nerven, jedoch weniger deutlich. In der Regel bleibt hier das Mark nicht in der Scheide eingeschlossen, sondern tritt in Gestalt feiner Kügelchen aus (K. c).

Wie sich das Nervenmark in Essigsäure verhält, habe ich bereits angegeben. In Weingeist wird es bald zu einer körnigen, hellbraunen, flockigen Masse, die Scheiden ziehen sich rasch zusammen und treiben das Mark aus, Kali carbonicum treibt das Mark, welches lange klar bleibt, als eine zähe Flüssigkeit in langsamem Strome hervor, concentrirte Sublimatlösung bringt es fast augenblicklich zum Kräuseln und Zerfallen in dunkle, körnige Massen. Kochsalzlösung wirkt wie kaltes Wasser, nur schneller[1].

Trifft ein Druck oder eine Dehnung die Nervenröhren vor der Gerinnung (so pflegt man die eben geschilderte Veränderung des Nervenmarkes zu nennen), so bilden sich ovale Anschwellungen und dazwischen Einschnürungen, oft mit großer Regelmäßigkeit; bei fortgesetztem Zuge werden die ovalen Anschwellungen zu Kügelchen, die durch dünnere, cylindrische Stücke verbunden sind (M. a). Auf diese Weise entstehen die in neuerer Zeit so berühmt gewordenen Varikositäten der Nervenfasern. Aus jeder zähen und viskösen Materie, aus Schleim, Speichel, Eiweiß kann man ähnliche variköse Fasern machen, wenn man sie zwischen zwei Fingerspitzen zu einem Faden zieht; es tritt ein Moment ein, wo der Faden sich in eine Reihe Kügelchen verwandelt und so bleibt, bis er reißt. Aus physikalischen Gründen, welche hier nicht weiter zu erörtern sind, zeigt sich diese Erscheinung nur an sehr feinen Fäden und deshalb tritt sie auch um so leichter ein, je dünner die Nervenröhren. Hier und da kommen indeß Varikositäten auch an den stärkeren Fasern vor. Die Scheide hat daran keinen Antheil und folgt den Einschnürungen der Marksubstanz nicht (M. b). Leicht zerfällt das Nervenmark feiner Röhren unter den angegebenen Umständen in Reihen getrennter, runder oder unregelmäßiger Tröpfchen (M. c c).

Sehr häufig, man kann sagen in der Regel erreicht die von den Rändern beginnende Gerinnung nicht die Axe der Nervenröhre und es bleibt in der Mitte ein heller Streifen übrig, welcher sich wie ein die Nervenröhre der Länge nach durchziehender Cylinder ausnimmt. Er ist bald gerade, bald geschlängelt und folgt nicht genau den Contouren des äußeren Randes; öfters liegt er auch dem Einen Rande näher oder nähert sich ihm an einer Stelle seines Verlaufes. Man erkennt ihn in starken und feinen Röhren, in jenen deutlicher;

1 E. Burdach, Beitr. z. mikrosk. Anat. S. 34 ff.

besonders auffallend ist er, wenn das äußere Nervenmark gleichmäßig und feinkörnig geronnen ist (G. b). Sein Durchmesser ist veränderlich, doch sieht man ihn oft in Nervenfasern von gleichem Durchmesser sehr übereinstimmend, etwa ¼ bis halb so groß, als den Durchmesser der ganzen Röhre. Kehrt eine Nervenfaser den Schnittrand oder eine Umbiegungsstelle dem Auge zu, so hat man Gelegenheit, den hellen Streifen auf dem Querschnitte zu beobachten; dieser zeigt sich meistens rund, oft auch oval, oft unregelmäßig, 3- und 4eckig u. s. f. Oft sieht man den hellen Streifen haken- oder hirtenstabförmig umgebogen und beim Drucke hervorspringen und sich gerade strecken; oft tritt beim Drucke mit dem geronnenen äußeren Theile des Markes auch die helle centrale Substanz aus dem Schnittende und zuweilen sogar lösen sich die geronnenen Theile ab und die helle Substanz bleibt, mit feinen dunkeln Contouren, als ein blasser weicher Faden isolirt zurück. Auch sah ich einmal in der Continuität eines Nerven, wo die geronnene Substanz in kurzer Strecke unterbrochen war, innerhalb der etwas eingefallenen Scheide den hellen, centralen Streifen über die Stelle verlaufen, wo das geronnene Mark fehlte.

So scheint es, als ob gleich den Haaren und den gestreiften Muskelbündeln, wenigstens den in der Entwickelung begriffenen, auch die Nervenfaser aus einer Rinden- und Marksubstanz bestehe, welche sich chemisch verschieden zeigen. Die Entwickelungsgeschichte bestätigt es und es liegt die Vermuthung nahe, daß die eine das Fett, die andere den Eiweißstoff liefere, welche in der zersetzten Nervensubstanz zu ziemlich gleichen Theilen vorkommen.

Die letzte Vermuthung widerlegt sich bald. Wenn die äußere Substanz Fett und die innere Eiweiß wäre oder umgekehrt, so müßte die eine von Aether, die andere von Essigsäure aufgelöst werden. Beide Mittel wirken aber ziemlich ähnlich. Bei Behandlung mit Aether tritt an allen Stellen eine Materie aus, die sich theils sogleich in feinen Pünktchen niederschlägt, theils beim Verdunsten des Aethers in feinen Blättchen und Nadeln anschießt; die Nervenfaser zieht sich dabei zusammen, wird rauh, gelblich und körnig, der dunkle Rand und die helle Axe bleiben nach wie vor unterscheidbar. Essigsäure kräuselt die Nervenfaser, der Inhalt derselben wird in verdünnter Säure dunkler und fester, ohne sich sonst zu verändern, in concentrirter wird er flüssig, zum Theil durch Contraction der Scheide ausgetrieben; wo er zurückbleibt, zeigt er

sich nur heller, äußerst feinkörnig, die Trennung in Rinde und Mark erscheint noch deutlicher als vorher.

Es scheint aber überhaupt noch zweifelhaft, ob der centrale Streifen (Cylinder axis Purkinje) überall vorhanden und überall, wo er sich zeigt, als ein selbstständiges und festes Gebilde zu betrachten sey, wenigstens giebt es täuschend ähnliche Bildungen von ganz anderem Ursprunge. Der Cylinder axis ist nicht immer so regelmäßig, wie er sich in ausgesuchten Exemplaren darstellt; bald sieht man ihn stellenweise angeschwollen, bald sehr verdünnt, oft ganz unterbrochen, nur aus einer Reihe länglicher Tropfen bestehend, die nach dem Ausfließen Kugelgestalt annehmen (G. c). Oft reicht die geronnene Substanz weit über die Mitte des Nervenrohres, der centrale Streifen ist dann ganz unregelmäßig, ausgezackt, den Contouren der geronnenen Substanz entsprechend. An gedehnten und noch nicht geronnenen Nerven formt sich häufig das Mark zu einzelnen ovalen, perlschnurförmig aneinander gereihten Kügelchen, die durch ganz dünne Striche zusammenhängen. Dies wäre nicht möglich, wenn das Mark einen soliden Cylinder einschlösse. Tritt durch einen Riß an der Seite ein Theil des Markes aus, so erstreckt sich oft auch ein Divertikel des centralen Streifens in die ausgetretene Substanz hinein (G), das sich allmählig verlängert, oft auch an der Spitze in einzelne Kügelchen zerfällt, ein sicherer Beweis, daß der Cylinder axis in diesem Falle flüssig ist. Zwar könnte man annehmen, daß auch er aus einer Hülle und einem eingeschlossenen Fluidum bestehe und daß in dem eben angeführten Falle zugleich mit der Hülle der Nervenfaser auch die Hülle des Axencylinders reiße; allein wenn dieser isolirt aus der Nervenröhre hervortritt, so ist er an seinem Ende durch denselben dunkeln Contour begrenzt, wie an den Seiten, nie sieht man an dem Schnittende etwas austreten. Das wichtigste Argument aber ist, daß in völlig zerstörter und zerriebener Nervensubstanz sich aus dem zusammengeflossenen Contentum verschiedener Röhren unter vielen unregelmäßigen Klumpen auch runde, rundliche, kolbige und cylindrische Massen bilden, in welchen allen eine äußere durch einen doppelten dunkeln Contour begrenzte grob- oder feinkörnige Substanz, vom Ansehen des geronnenen Nervenmarkes, eine wasserhelle zähe Flüssigkeit mit den Charakteren des centralen Streifens einschließt, welche meist die Form des ganzen Stückes genau wiederholt. Im Opticus kommen, wenn man ihn zerdrückt hat, solche cylindrische Stücke vor, die 3- und 4mal dicker

sind, als die stärksten Nervenröhren des Sehnerven und ganz die Gestalt der gewöhnlichen Nervenröhren haben, nur daß ihnen die Scheide fehlt.

Wenn also Mark- und Rindensubstanz verschieden sind, so sind doch beides nur, wenn auch zähe, Flüssigkeiten und man müßte annehmen, daß bei Zerstörung der Nervenröhren die Tropfen der Marksubstanz immer wieder zusammenfließen und von Schichten der Rindensubstanz eingeschlossen werden. Dies ist sehr unwahrscheinlich und man muß an die Möglichkeit denken, daß die Trennung des Nerveninhaltes erst nach dem Tode entstehe, daß demnach das Contentum der Röhre die Eigenschaft besitze, sich in Berührung mit Wasser und anderen Flüssigkeiten in eine körnige Rinde und eine innere, helle Materie zu sondern oder vielleicht an der Oberfläche zu gerinnen und im Innern hell und flüssig zu bleiben. Vielleicht ist die schnelle Gerinnung an der Oberfläche eben die Ursache, daß das Innere der Einwirkung der Stoffe, die die Coagulation bewirken, entzogen wird, wie auch das ganze Gehirn, wenn man es in zu starken Weingeist legt, im Innern flüssig bleibt und fault, und wie die Krystalllinse, an der Oberfläche künstlich coagulirt, sich weiter nach innen klar erhält. Ist diese Erklärung richtig, so muß nach Entfernung der körnigen Rinde der helle Kern oder der Axencylinder ebenfalls gerinnen. Dies geschieht auch zuweilen, wenn derselbe mit umgebender Flüssigkeit in Berührung kommt; in seltenen Fällen sah ich ihn in Essigsäure sich auflösen und verschwinden, am häufigsten aber erhält er sich ganz unverändert. Den Grund dieser Verschiedenheiten kann ich nicht angeben. Indeß verhält sich das ausgetretene und formlose Nervenmark nicht minder unbeständig; man kann sowohl die körnige, als die helle Substanz in feine und feinere Fäden ziehen, welche platt oder cylindrisch, glatt oder schwach körnig aussehen und, wenn die Dehnung nachläßt, entweder wieder zu einem körnigen Klümpchen zusammenschrumpfen, oder sich nur kräuseln, oder auch gerade und gestreckt bleiben, wie feine Bindegewebefasern, und in der Flüssigkeit sich frei hin- und herbewegen lassen, ohne ihre Form zu ändern oder irgendwo anzukleben. Fäden, welche auf diese Art, durch Dehnen des Nervenmarkes gebildet sind, nehmen auch zuweilen ganz das Ansehen eines Axencylinders an. In K ist ein Stück ausgetretener, cylindrischer Nervensubstanz dargestellt, der helle Faden scheint sich, namentlich bei b, ins Innere der dunkeln, varikös angeschwollenen Faser fort-

zusetzen und durch Ablösen der Rinde nackt geworden zu seyn. Er ist aber nichts Anderes, als das durch Dehnen verdünnte und zugleich heller gewordene Nervenmark.

Noch auf einem anderen Wege endlich kann der Schein entstehen, als ob die Nervenfasern aus einem, von körniger Substanz umgebenen hellen Faden beständen; es legt sich nämlich das durch Druck austretende und gerinnende Mark oft um die leere Nervenscheide selbst, oder an Capillargefäße oder Bindegewebefäden. Diese scheinen alsdann äußerlich von Nervenmark überzogen und der Ueberzug ist um so regelmäßiger und glatter, je weniger die Nervenfasern auseinander gezogen und isolirt waren, ehe sie dem Drucke ausgesetzt wurden.

Bei so vielen Quellen der Täuschung ist es schwer, hinsichtlich des Axencylinders zu einem sicheren Resultate zu kommen. Man muß eine große Menge von Untersuchungen machen, ehe man ein recht überzeugendes Präparat findet, und wird am Ende gegen die überzeugendsten wieder mißtrauisch. Vielleicht ergiebt sich als endliche Lösung, daß die Nervenfasern im Erwachsenen auf verschiedenen Entwickelungsstufen gefunden werden, daß die Rindensubstanz nach und nach den Axencylinder verdrängen und die Röhre ganz ausfüllen könne, daß in anderen Fällen der centrale Cylinder, fest oder in flüssige Substanz umgewandelt, fortbestehe.

Die grauen oder weichen Nerven zeigen ihre eigenthümlichen Charaktere am auffallendsten in den sogenannten Wurzeln des N. sympathicus, in den Zweigen nämlich, welche die Carotis interna begleitend, vom Ganglion cervicale supremum zum fünften und sechsten Hirnnervenpaare verlaufen, und in den Zweigen, welche von demselben Ganglion aus auf der Karotis nach abwärts gehen. Diese Nerven sind röthlichgrau, gallertartig durchscheinend, aber ziemlich fest; die Querstreifen fehlen ihnen nicht, aber sie sind schwerer zu unterscheiden, dichter und rühren allein von den Wellenbiegungen des Neurilems her. Dieses hat eine äußere Lage von longitudinalen Bindegewebebündeln, wie die weißen Nerven; auf die äußere Lage folgt aber ein sehr dichtes Stratum ringförmiger Faserbündel, welche den in der Entwickelung begriffenen Bindegewebefasern des Embryo ähnlich sehen. Es sind sehr helle, anscheinend homogene, platte Fasern von 0,002—0,003‴ Breite, mit zahlreichen, meist auf der platten Fläche gelegenen und in ziemlich gleichen Abständen geordneten, runden und ovalen Zellenkernen, von

denen viele die regelmäßigen Kernkörperchen zeigen, viele auch an beiden Polen in kurze Spitzen ausgezogen sind. Die ovalen Kerne haben im längsten Durchmesser 0,003‴ (Taf. IV. Fig. 6). Wenn die Kerne oval oder in spindelförmige Körperchen verlängert sind, so liegt ihr längster Durchmesser parallel der Längenaxe der Faser und demnach im rechten Winkel gegen die Längenaxe des Nervenbündels. Je mehr die Kerne sich verlängern und verschmälern, um so schwächer ist ihr Zusammenhang mit den Bündeln, um so leichter lösen sie sich, besonders nach Anwendung von Essigsäure, von den Bündeln ab, wobei sie sich gern etwas zusammenrollen oder schlangenförmig krümmen. Man sieht sie sehr schön an den feinsten Zweigen der NN. molles, die man unversehrt auf den Objectträger bringen und mit starken Linsen beobachten kann; sind sie stellenweise zerschnitten, so weichen die Längsfasern des Nervenbündels auseinander und die zurückbleibenden Querbündel bewirken alsdann Einschnürungen, wie wir sie am Frosche auch an den weißen Nerven beobachtet haben. Selten zerfällt eine dieser Fasern in feinere, den primitiven Bindegewebefasern ähnliche Fibrillen (Fig. 6, A. d). Essigsäure löst sie auf und läßt die Kerne zurück.

Die Festigkeit der neurilematischen Hülle ist zum Theil schuld, daß die grauen Nerven nicht so leicht der Länge nach zu spalten und in Bündel aufzulösen sind, als weiße Nerven von gleicher Dicke. Bei dem Versuche, sie mit zwei Nadeln oder Messern der Länge nach auseinanderzuziehen, reißen sie viel leichter in der Quere ab, wobei die durchrissenen Enden nur in kurze Fasern zersplittern. Die Hauptursache dieser Erscheinung aber ist, daß die grauen Nerven nicht so, wie die weißen, durch Schichten lockeren Bindegewebes in feinere Bündel zertheilt sind; die längslaufenden Fasern eines ganzen Nervenstranges liegen fast alle in gleicher Weise dicht nebeneinander, oder wenn eine Abtheilung in secundäre und tertiäre Bündel stattfindet, so sind die Bindegewebescheiden derselben feiner und fester. Uebrigens zeigen sich dieselben Formen von interstitiellem Bindegewebe, wie in den weißen Nerven und allen faserigen Gebilden: theils ächte Bindegewebefasern, theils dunkle Kernfasern, theils ästige Fasern wie die der Zonula, Plexus bildend, und zwischen allen diesen die feinsten, aus der primären Gefäßhaut bestehenden Capillargefäße.

Man bemerkt in den grauen Nerven zwei Arten longitudinaler Fasern. Die einen unterscheiden sich in nichts von den Primitiv-

röhren der weißen Nerven; doch gehören sie größtentheils zu den feinsten und werden deshalb leicht variköß; die anderen gleichen den eben beschriebenen Fasern der ringförmigen Schicht des Neurilems; ein Zerfallen der Fasern in feinere Fibrillen kommt auch an diesen mitunter vor. Zuweilen hat es das Ansehen, als ob längs des Randes der Fasern dunklere, etwas mehr wellenförmige feinere Fasern verliefen, gleich den Kernfasern des Bindegewebes (Fig. 6, C. c). Wenn man ein feines Aestchen eines grauen Nerven mit Essigsäure durchsichtig macht und die Fasern durch die vorhergehende Präparation nicht in Unordnung gebracht sind, so gewähren die zahlreichen, in regelmäßigen Zwischenräumen neben- und der Länge nach hintereinander gereihten Zellenkerne einen sehr zierlichen Anblick. Essigsäure kann auch dazu dienen, um aus der Menge dieser kernbedeckten Fasern die eigentlichen Nervenröhren herauszufinden, doch muß man sie zu dem Ende nur verdünnt anwenden, weil sie sonst dem Nervenmarke seinen charakteristischen Glanz und zugleich den Röhren die dunkeln Contouren raubt.

Auf der relativen Menge der beiden Arten von Fasern beruht das äußere Ansehen der grauen Nerven; je größer die Zahl der eigentlichen Nervenröhren, um so ähnlicher werden sie den animalischen Nerven. In den Wurzeln des N. sympathicus sind die Nervenröhren in verhältnißmäßig sehr geringer Zahl vorhanden. Sie liegen vereinzelt und in Abständen von 0,013—0,018''', so daß jedesmal auf etwa 4—6 der kernbedeckten Fasern eine Nervenröhre folgen würde. Auf diese Art scheint jede Nervenfaser ringsum von den Fasern der zweiten Art umgeben, denn der Nerv giebt auf jedem longitudinalen Durchschnitte so ziemlich dasselbe Bild. Wie aber die kernbedeckten Fasern mit ihren Flächen zu der Nervenröhre stehen, ist mir nicht ganz klar geworden. Valentin[1] betrachtet jene als Elemente einer faserigen Scheide der Nervenprimitivfasern; der graue Nerv zerfiele demnach in eine gewisse Zahl von Bündeln, deren jedes in der Axe eine Nervenröhre und um dieselbe eine mehr oder minder starke Schicht von Fasern der zweiten Art haben müßte. Dazu sind die Fasern zu breit; auch trennen sich die grauen Nerven nicht in solche Bündel, sondern viel leichter so, daß die Nervenröhre an den Rand des Bündels zu liegen kommt. Es scheint mir deshalb natürlicher, den grauen Nerven

1 Müll. Arch. 1839. S. 148.

als einen soliden Strang von Fasern der zweiten Art anzusehen, zwischen denen die Nervenröhren ungefähr so verlaufen, wie zwischen den Muskelbündeln.

Zahlreicher, als in den Wurzeln des Sympathicus sind die Nervenröhren in den meisten Nerven der Eingeweide, in den Aesten, die vom Ganglion coeliacum, vom Plexus hypogastricus u. a. ausgehen; hier findet man schon innerhalb der grauen Zweige die Primitivröhren zu mehreren nebeneinander, secundäre Bündel bildend; noch überwiegender wird ihre Zahl in dem Grenzstrange des N. sympathicus, in den splanchnischen Nerven; die Herznerven haben fast nur ächte Nervenröhren; diese, wie alle im N. sympathicus vorkommenden unterscheiden sich von denen der willkürlichen Muskeln nur durch ihre Feinheit.

So sehr ich wünsche, bei der Beschreibung der anatomischen Thatsachen die physiologischen Betrachtungen auszuschließen, so muß ich doch schon hier auf die Frage eingehen, ob die zweite Art von Fasern, die in den grauen Nerven vorkommen, ebenfalls Nervenfasern seyen. Nachdem früher ziemlich allgemein der große Intercostalnerv als eine Fortsetzung des fünften und sechsten Paares der Hirnnerven beschrieben worden war, dem einzelne Rückenmarksnerven Verstärkungen zusendeten, führte zuerst Bichat die Trennung des gesammten Nervensystemes in zwei besondere Systeme durch; er unterschied ein animalisches, welches der Empfindung und willkürlichen Bewegung vorstehe, und ein organisches, welches stumpfere Empfindung habe und die unwillkürlichen Bewegungen der Eingeweide vermittle; als Centralorgane des letzteren galten die Ganglien. Die Verbindungsäste zwischen dem Cerebrospinal- und dem Gangliensysteme wurden demnach nicht mehr allein für Wurzeln des sympathischen Nerven, sondern zum Theil für Aeste des Gangliennerven gehalten, die den Hirnnerven sympathische Fasern zuführten. Diese Lehre von dem Verhältnisse des sympathischen Nerven zum animalischen Systeme hat sich immer mehr befestigt, allein über die Functionen des ersteren sind andere Ansichten entstanden. Da auch die Absonderung und Ernährung von Zuständen der Centralorgane abhängig und an die Integrität der Nerven geknüpft sind, da zahlreiche Nerven zu den Drüsen und secernirenden Häuten hingehen, deren Empfindlichkeit gering ist und denen bewegende Fasern abgesprochen waren, so dachte man sich auch die chemischen Processe im Organismus geleitet oder begünstigt durch das Nervenprincip, etwa wie in der todten Natur Licht und Wärme

chemische Verbindungen einleiten. Der Sympathicus wurde demnach zu einem Systeme ernährender Nerven. Diese Theorie ist mit besonderer Consequenz von J. Müller vorgetragen worden[1]. Gestützt auf eigne Beobachtungen und auf die Beobachtungen von Retzius, van Deen u. A., wodurch es feststeht, daß graue Nervenstränge von Ganglien aus auf vielen Cerebrospinalnerven und allmählig mit denselben verschmelzend sich peripherisch verbreiten, während andrerseits die Einmischung weißer Fasern in gangliöse Nerven unzweifelhaft ist, lehrt Müller, daß alle Nerven gemischt seyen aus animalischen (empfindenden oder bewegenden) und organischen Fasern, daß das Gangliensystem die Quelle der organischen Fasern sey, welche auch in den zunächst aus ihm entspringenden Nerven das Uebergewicht haben, in dem Maaße, als die Gangliennerven mehr den Secretionsorganen angehören.

Daß motorische und sensible Fasern in ihren mikroskopischen Charakteren nicht wesentlich verschieden seyen, war bereits ermittelt; man durfte aber hoffen, Unterschiede zwischen animalischen und organischen Fasern zu finden, und schon das eigenthümliche äußere Ansehen der organischen Nerven bereitete darauf vor. Wenn nunmehr unter einer verhältnißmäßig geringen Zahl wahrer Cerebrospinalfasern die obenerwähnte zweite Art von Fasern in den grauen Nerven entdeckt wurde, was lag näher, als ihnen die Vermittelung der sogenannten organischen Processe zuzutheilen? Mußte man nicht zugleich in ihnen eine Bestätigung für die Richtigkeit der theoretischen Schlüsse finden? Remak, der sie zuerst, wenngleich ungenau, beschrieb, indem er das lockere interstitielle Bindegewebe mit den eigenthümlichen Fasern zusammenwarf, erklärte sie für Nervenfasern des organischen Systemes, sie sollten aus den Ganglien, von den eigenthümlichen, später zu beschreibenden Zellen der letzteren entspringen und in geringerer Zahl auch den animalischen Nerven beigemischt seyn[2]. Seine Angaben wurden von J. Müller[3] bestätigt. Purkinje[4] unterschied die kernbedeckten Fasern von den Elementen des freieren Bindegewebes und nahm jene für Primitivröhren, welche in einer granulirten und mit Kernen versehenen

1 Physiol. I, 676.

2 Observ. anat. de syst. nerv. structura. 1838. p. 4.

3 a. a. O. S. 678.

4 Rosenthal, Form. granul. 1839. p. 15.

Scheide nur den Axencylinder, nicht Nervenmark enthielten. Der Axencylinder sey in seltenen Fällen erkennbar, eine Theilung in feinere Fasern komme nicht vor. Das Resultat von Pappenheim's Untersuchungen [1] ist, daß der Sympathicus eigenthümlich gebaute Nervenfasern habe, welche in den cerebrospinalen Nerven ebenfalls vorkommen, wenn diese mit Ganglien versehen sind. Remak's Ansicht gewann noch an Wahrscheinlichkeit, als Schwann die embryonale Form der Cerebrospinalfasern entdeckt hatte; die organischen Fasern schienen nur niedere Entwickelungsstufen der animalischen zu seyn, welche in früheren Perioden eben so blaß, granulirt und eben so mit Cytoblasten besetzt sind. Auch Gerber scheint sich jener Ansicht anzuschließen [2].

Gegen Remak's Deutung und zum Theil auch gegen seine factischen Angaben war indeß Valentin aufgetreten [3]. Er leugnete, worin Purkinje beistimmt, den Zusammenhang der sogenannten organischen Fasern mit den Zellen der Ganglien und erklärte jene für bloße Hüllen der Nervenröhren, welche in den Gangliennerven eben so, wie in den Cerebrospinalnerven vom Gehirne und Rückenmarke zu den äußeren Theilen verlaufen. Zu dieser Ansicht vom Verlaufe der sympathischen Nerven führten auch fortgesetzte physiologische Untersuchungen. Da Remak kleine Ganglien an den Herznerven, in der Substanz des Herzens selbst, aufgefunden hatte, so erklärte sich auch Müller wieder geneigter anzunehmen, daß die sympathischen Nerven der unwillkürlichen Bewegung vorständen. Nachdem eine gründlichere Einsicht in den Bau und das Wachsthum gefäß- und nervenloser Theile und in die allgemeinen Entwickelungsgesetze organischer Körper den Glauben an den Einfluß der Nerven auf normale Ernährung erschüttert hatte, konnte der Versuch gewagt werden, die Alterationen der Ernährung und Secretion, die auf Reizung oder Lähmung folgen, aus der Einwirkung motorischer Nerven auf die Blutgefäße zu erklären. Sowie aber die Fasern des Sympathicus in die Reihe der gewöhnlichen Bewegungsnerven zurücktraten, wurde ihr Ursprung aus Gehirn und Rückenmark wahrscheinlicher.

Indeß war es schwer zu glauben, daß ein Nerv, der sich

1 Gewebelehre des Gehörorganes. 1840. S. 73.

2 Allg. Anat. S. 158.

3 Repert. 1838. S. 72. Müll. Arch. 1839. S. 137.

durch seinen Zusammenhang mit anderen Nerven und mit den Centralorganen, sowie durch seine peripherische Verbreitung als solcher legitimirte, der Hauptmasse nach aus indifferentem, bloßem Umhüllungsgewebe bestehen sollte. Und erwägt man, wie sehr die physiologisch differentesten Organtheile formell und materiell einander gleichen können, erwägt man z. B. die Aehnlichkeit einer Oberhautzelle mit einer Drüsenzelle, einer Haarfaser mit einer glatten Muskelfaser bei so wesentlich verschiedener Function, so wird man mißtrauisch gegen Schlüsse aus der bloßen mikroskopischen Beobachtung. Aus diesen Gründen habe ich selbst früher die Meinung Valentin's bestritten [1], und wenn ich auch mit ihm mich gegen den Zusammenhang der sogenannten organischen Fasern und der Ganglienzellen erklärte und Gehirn und Rückenmark als die gemeinsame Quelle aller Nervenfasern ansah, so glaubte ich doch auch die zweite Art der Fasern des Sympathicus für Nerven halten zu müssen, die von den Centralorganen entspringend, in den Ganglien untereinander in leitende Verbindung gesetzt, an das contractile Bindegewebe und die Gefäße sich vertheilten. Dem unvollkommenen Contractionsvermögen dieser Gewebe schien die geringere Entwickelung ihrer Nerven zu entsprechen. Ich verstand es damals noch nicht, sämmtliche und namentlich die feinsten Primitivröhren aus den kernbedeckten Fasern herauszufinden, und wußte nicht, wie groß der Bereich von Muskelfasern seyn kann, den eine einzige motorische Faser beherrscht. Nach weiteren Untersuchungen ist es mir immer unwahrscheinlicher geworden, daß Remak's organische Fasern zur peripherischen Verbreitung bestimmte Nervenfasern seyn sollten, deshalb besonders, weil man sie nirgends aus den Nervenbündeln in die Gewebe übergehen sieht, auch nicht in diejenigen, welche von Gangliennerven vorzugsweise versorgt werden müßten [2]. Die zwischen den Platten des Mesenteriums zum Dünndarme verlaufenden

1 Path. Untersf. S. 87.

2 Remak's Behauptungen, wonach sie auf den Gefäßen, in der Conjunctiva, im Peritoneum u. s. w. vorkommen sollten, waren schon voraus durch meine Untersuchung der Oberhaut widerlegt. Er erschloß ihre Existenz nur aus den Zellenkernen, die, wie ich gezeigt hatte, dem Epithelium angehören. Jetzt hat Purkinje (Rosenthal a. a. O. p. 18) zwar an den Hirngefäßen eine Ausbreitung organischer Nerven beschrieben, da ihm indeß die Structur der Gefäßhäute nicht vollständig bekannt war, so ist in diesem Falle sein Ausspruch von geringerem Gewichte.

Nervenzweige weichen, wie Valentin anführt, von anderen Körpernerven in keinem Punkte ab. Die Nerven der Milch- und Thränendrüse sind Aeste von Spinalnerven und diesen ganz gleich gebildet, die Ciliarnerven im Innern des Auges haben röhrige Fasern und nur lockeres Bindegewebe zwischen denselben, ja selbst die Nerven, die auf Gefäßen sich verbreiten oder vielmehr über Gefäße verlaufen, sind wahre, markführende Nervenröhren. Dies sieht man schon oft bei Säugethieren und besonders leicht an den Unterleibsgefäßen des Frosches. Ueberhaupt sind beim Frosche die Gangliennerven von den Cerebrospinalnerven nicht verschieden; ihre Primitivfasern sind nur viel feiner. Man lege einen Frosch auf den Bauch und entferne die Wirbelsäule, indem man die austretenden Nerven dicht an derselben abschneidet, so hat man die Aorta mit ihren Verzweigungen unversehrt vor sich; zu jeder Seite derselben liegt ein röthliches, langes und schmales Ganglion. Jedes Ganglion hängt mit dem Nervenplexus für die unteren Extremitäten durch mehrere dünne Zweige zusammen; diese Zweige bestehen größtentheils aus den feinsten Primitivröhren, die man in die Lumbarnerven rückwärts verfolgen kann. Sie durchsetzen das Ganglion und kommen dann aus dem inneren der Aorta zugekehrten Rande desselben, in größerer oder geringerer Zahl zu Bündeln gesammelt, als Gefäßnerven zum Vorschein. Von nun an gehen sie nur mit den Gefäßen weiter. Jedes Stämmchen des ganzen Gefäßplexus, welches zu den Eingeweiden, zu den unteren Extremitäten geht, ist von Nerven begleitet. Bald haben Gefäß und Nerv in gemeinsamer Zellscheide fast gleiche Stärke, bald sieht man ein Gefäß, auf welchem nur Eine Nervenfaser oder zwei eine lange Strecke hinlaufen, bald Nervenbündel, welche von einem oder zwei engen Gefäßen begleitet sind. Man bleibt oft zweifelhaft, ob man einen Nervenstamm mit seinen ernährenden Gefäßen oder einen Gefäßzweig mit seinen bewegenden Nerven vor sich habe.

Darf man aber bei der fast so vollkommenen Uebereinstimmung, welche alle Wirbelthiere in Betreff der Elementartheile des Nervensystemes zeigen, eine Organisation für wesentlich halten, die nur auf einzelne beschränkt ist?

Daß die organischen Fasern nichts als Bindegewebe seyen, ist damit freilich noch nicht bewiesen. J. Müller[1] stellt die Hypothese

[1] Arch. 1839. p. CCV.

auf, daß sie die Mittheilung zwischen den Ganglienkugeln vermittelten, gewissermaßen ein Commissurensystem der Ganglien seyen. Ohne auf die Frage von ihrer Function weiter einzugehen, schlage ich vor, sie wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Fasern der später zu beschreibenden, gelatinösen Substanz der Centralorgane, gelatinöse Nervenfasern zu nennen, wobei es immerhin in Aussicht gestellt bleiben mag, daß sie in den Stand des Bindegewebes zurücktreten. Es soll mit dem Namen nichts Anderes, als ihr Vorkommen in Nerven bezeichnet werden, wie wir ja auch die Bindegewebefasern in den Sehnen als Sehnenfasern noch fortan bezeichnen.

Wenn man die gelatinösen Fasern ausschließt, so kann man behaupten, daß die Nervenfasern in den Stämmen oder Zweigen niemals Aeste abgeben, niemals sich gabelförmig theilen oder in feinere Fasern zerfallen. Es scheint, daß jede Röhre ohne Unterbrechung von dem centralen bis zum peripherischen Ende verläuft [1]. Die secundären Bündel innerhalb der Stämme gehen Verflechtungen ein, sowie die Stämme selbst durch gegenseitigen Austausch ihrer Bündel an vielen Stellen Anastomosen und Plexus bilden. Führt ein Nervenstamm einem solchen Plexus Fasern zu, die einer oder mehreren benachbarten Wurzeln angehören und demnach beim Austritte aus den Centralorganen nebeneinander liegen, so enthält dagegen der aus dem Plexus hervorgehende Stamm Fasern aus verschiedenen Wurzeln und aus verschiedenen Regionen der Centralorgane, die sich an einander nahegelegenen Stellen der Peripherie verbreiten sollen.

Die Verflechtungen der secundären und tertiären Bündel oder Nervenstränge (funiculi nervorum) im Innern der Nervenstämme sind zuweilen so häufig, daß man keinen Strang auf mehr als einige Linien verfolgen kann; in anderen Fällen sind sie seltener. Im äußeren Hautnerven des Armes z. B. fand Kronenberg [2] Stränge, welche über 6 Zoll weit verliefen, ohne sich mit anderen

1 Eine einzige Beobachtung eines schief verlaufenden, kurzen, anastomotischen Astes zwischen zwei Nervenröhren hat Ehrenberg, Unerk. Structur. Taf. I, o.

2 Plexuum nervorum structura et virtutes. Berol. 1836. p. 11.

zu verbinden. Die Art und Häufigkeit der Verflechtungen ist aber in demselben Nerven ziemlich constant. Die meisten Bündel erhalten dadurch nach und nach Fasern aus jedem der ursprünglich gesonderten Bündel. So verhalten sich auch die Plexus, die Verflechtungen der Nervenstämme selbst, wie sie z. B. an den untern Cervicalnerven, an dem Lumbar- und Sacralnerven, an den Aesten des N. facialis und vielen anderen vorkommen. Aus jeder Wurzel des Plexus erhält zuletzt fast jeder der austretenden Nerven einzelne Bündel, und wo dies nicht der Fall ist, werden den Nerven oft durch spätere Anastomosen (rami communicantes) nachträglich Bündel zugeführt. Man kann zwei Arten von Plexus unterscheiden, indem entweder die Stämme einander gegenseitig Aeste zuschicken oder sich einfach aneinanderlegen, eine Strecke weit in gemeinsamer Scheide eingeschlossen liegen und dann wieder in verschiedene Aeste zerspalten. Die erste Art nennt Kronenberg Plexus per anastomosin, die zweite Plexus per decussationem; er stellt noch eine dritte, aus beiden gemischte Art auf, Plexus compositi. Bei all diesen Verbindungen der Stränge aber gehen die Primitivfasern isolirt über- und nebeneinander fort.

Physiologische Betrachtungen haben Müller früherhin zu dem Schlusse geführt, daß die Fasern des Sehnerven von diesem Gesetze eine Ausnahme machen [1]. Mit zwei Augen werden die Objecte einfach gesehen, wenn die von denselben ausgehenden Strahlen auf gewisse, identische Stellen beider Netzhäute fallen; im entgegengesetzten Falle tritt Doppeltsehen ein. Im Allgemeinen sind die äußere Hälfte der einen und die innere Hälfte der anderen Retina identisch. Wenn zwei Punkte der Peripherie im Gehirne als ein einziger empfunden werden sollen, so müßte, wie Müller folgert, jeder Sehnerv im Chiasma sich in zwei identische Arme und jede Primitivfaser sich in zwei identische Aeste, für das rechte und linke Auge theilen. In der That war es schon durch anatomische Untersuchungen bewiesen und wurde durch Müller bestätigt, daß die Stränge jeder Wurzel des Chiasma zum Theil in den Sehnerven ihrer Seite übergehen, zum Theil sich an die innere Seite des Sehnerven der entgegengesetzten Seite anlegen: daß ein strengerer Beweis für oder gegen Müller's Hypothese möglich wäre, davon hatte damals Niemand eine Ahnung. Die Untersuchungen der neuesten Zeit haben gegen

1 Vgl. Physiol. des Gesichtssinnes. 1826. S. 94.

dieselbe entschieden. Treviranus[1], Volkmann[2] und Müller selbst[3] haben in dem Chiasma nur gerade, ungetheilte Fasern gefunden, wie in den übrigen Nerven.

Dagegen scheint es nach Beobachtungen von Gerber, Volkmann und einigen Anderen, als ob in den Nervenstämmen je zwei Fasern mit einander verschmelzen, d. h. mit den Enden in einander übergehen und auf diese Art Schlingen bilden könnten. Entweder sind es zwei benachbarte Fasern eines Nervenstranges, welche in einander umbiegen, dann ist die Schlinge eng und die Arme derselben sind einander fast parallel; oder es kommen in einem Verbindungsaste zwischen zwei Nervenzweigen Fasern aus beiden zusammen und bilden eine weite Schlinge. Diese kann man sich natürlich auch so vorstellen, als ob eine einzige Primitivröhre in engeren oder weiteren Bogen umkehre und gegen die Centralorgane zurücklaufe, entweder in demselben Nerven oder nachdem sie in einen anderen Stamm übergegangen ist. Gerber bildet in einem feinen Nervenstämmchen drei solcher Schlingen ab[4]; Volkmann[5] hat sein Augenmerk auf die weiten Schlingen gerichtet, in welchen ganze Bündel von Fasern, ohne sich peripherisch zu verbreiten, aus den Centralorganen austreten und in dieselben zurückkehren. Schlingen dieser Art glaubt er beim Kalbe zwischen dem N. trochlearis und dem ersten Aste des Trigeminus, bei vielen Säugethieren zwischen dem N. accessorius und dem zweiten oder dritten Halsnerven, zwischen dem absteigenden Aste des Hypoglossus und verschiedenen Halsnerven, endlich zwischen dem zweiten und dritten Halsnerven der Katze wahrgenommen zu haben. Die anatomische Beschreibung läßt in allen Fällen, außer dem letzten, einige Zweifel übrig; von den physiologischen Experimenten, welche Volkmann als Beweise anführt, soll später die Rede seyn. Bennett bemerkte einen Nervenfaden, welcher aus dem Crus cerebelli entsprang und nach kurzem bogenförmigen Verlaufe ins kleine Gehirn zurückkehrte[6]. Vielleicht gehören hieher noch die hintersten Fasern des Chiasma der

1 Beitr. II, 61.

2 Neue Beitr. II, 10.

3 Arch. 1837. S. XV.

4 Allg. Anat. S. 157. Taf. VII. Fig. 162.

5 Müll. Arch. 1840. S. 510.

6 Med. Corresp.-Blatt d. würtemberg. Vereins. X. No. 40.

Sehnerven, welche als bogenförmig von einer Seite zur andern verlaufend, mehrere Beobachter beschrieben haben. J. Müller[1] bildet dergleichen ab, ohne sie besonders zu beschreiben, Treviranus[2] spricht von Fasern, die einen solchen Verlauf haben, als ob sie bogenförmig von beiden Seiten kommend, miteinander anastomosirten, Arnold[3] nennt sie Fibrae arcuatae cerebrales. Er bezeichnet mit dem Namen Fibrae arcuatae orbitales Fasern, die in ähnlichen Bogen zwischen den inneren Rändern beider Sehnerven vor dem Chiasma verlaufen; auch solche hat schon Müller gesehen, von denen man auf den ersten Blick verführt werden könnte zu glauben, sie kämen gar nicht von den Wurzeln, sondern verbänden die Fasern des inneren Theiles der Sehnerven vor dem Chiasma. Hier haben wir sogar Schlingen, die nach der Peripherie hin offen, in der Peripherie zu wurzeln und mit den Centralorganen in keiner Verbindung zu stehen scheinen! Und die Sehnerven bieten nicht das einzige Beispiel. Volkmann theilt folgende Beobachtung mit[4]: „Bei dem Maulwurfe treten die Nervi thoracici als einfache Stämme aus den Spinalganglien, zerfallen aber unmittelbar nach ihrem Austritte in den vorderen und hinteren Ast. In dem offenen Winkel der Theilungsstelle fand ich schleifenförmige Fasern in der Art angebracht, daß die Beugung in den Winkel zu liegen kam, während die fortlaufenden Enden einerseits im vorderen Aste, andrerseits im hinteren Aste nach der Peripherie hin gerichtet waren." Gedachte Fasern waren also außer Zusammenhang mit den Centralorganen und da sie doch irgendwo entsprungen seyn mußten, so leitet Volkmann sie vom Sympathicus ab. Der Sympathicus besitzt aber keine anderen Nervenfasern, als solche, die ihm vom Gehirn und Rückenmark zugeführt werden, und so bleibt die Thatsache noch zu erklären oder zu berichtigen. So wunderbar sie sich gegenwärtig ausnimmt, so glaubte ich sie doch nicht mit Stillschweigen übergehen zu dürfen. Die Nervenphysiologie ist noch nicht so klar, daß man Beobachtungen abweisen müßte, weil sie mit den angenommenen Theorien in Widerspruch stehen.

Sonst ist im Allgemeinen die Richtung des Verlaufes der

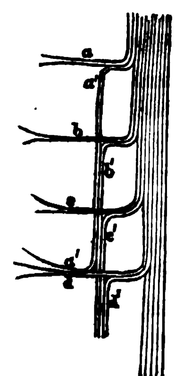
1 Vglb. Physiol. d. Gesichtssinnes. Taf. II. Fig. 1. Fig. 4. g.

2 Neue Beitr. II, 10. IV. Fig. 38. 39.

3 Icon. anat. fasc. II. Tab. IV. fig. 11.

4 Müll. Arch. 1838. S. 291. Taf. VIII. Fig. 2.

Nervenfasern ziemlich stetig nach auswärts und abwärts. Einzelne Abweichungen zu beschreiben, überlassen wir der speciellen Anatomie. Hier will ich nur einer Ausnahme gedenken, die von allgemeinerem physiologischen Interesse ist, des Falles nämlich, wo Nervenfasern, indem sie sich an einen Zweig anschließen, in demselben eine größere Strecke weit verlaufen und sich dann peripherisch ausbreiten. Es giebt Bündel, die sich bald nach dem Austritte der Nerven aus der Wirbelhöhle von ihrem Stamme trennen, an den Seiten der Wirbelsäule gerade herabsteigen und erst weiter unten ihren Weg nach der Peripherie fortsetzen. Die Fasern des N. sympathicus verlaufen auf diese Art, und dadurch, daß von jedem Spinalnerven ein Bündel abwärts geht, welches sich an die abwärts laufenden Stränge höherer Aeste anlegt, entsteht der Grenzstrang des sympathischen Nerven [1]. Er ist in dem nebenstehenden Schema zusammengesetzt aus einem Strange a′, welcher dem Spinalnerven a zugehört, aus einem Strange b′, c′ und d′, welche mit den Spinalnerven b, c und d entspringen, und giebt seinen Ast (a′) in gleicher Höhe mit dem Spinalnerven d wieder ab. Später anzuführende physiologische Thatsachen sprechen dafür, daß der Grenzstrang und namentlich der obere Theil desselben auch aufsteigende Fasern enthalte, die also mit einem tiefen Spinalnerven entspringen und mit einem höheren sich peripherisch ausbreiten. Auf ähnliche Art verlaufen Fasern der Halsnerven im R. descendens hypoglossi aufwärts und dann im Stamme des Hypoglossus centrifugal [2].



Wir verfolgen nunmehr die Nerven von den feinsten Aesten aus in die Substanz der Organe und zwar zuerst die motorischen Fasern in die contractilen Gewebe.

Die letzte Verbreitung der Nerven in den animalischen Muskeln wurde beschrieben von Prévost und Dumas [3], R. Wagner [4],

1 J. Müller Physiol. I, 674. Valentin, Funct. nerv. p. 66.

2 Volkmann, Müll. Arch. 1840. S. 502.

3 *Magendie, Journ. de phys. III, 320. fig. 1—4.*

4 Burdach's Physiol. V, 144.

Treviranus[1], Valentin[2], Emmert[3], Schwann[4], E. Burdach[5] und Gerber[6]. Prévost und Dumas, Emmert, Schwann und Burdach wählten die platten und dünnen Bauchmuskeln des Frosches zu ihren Untersuchungen, Burdach auch die Zungenmuskeln des Frosches, Valentin stellte die Nerven aus den Augenmuskeln des Zeisigs, Gerber aus dem queren Bauchmuskel des Kaninchens dar. Es ist nöthig, platte und möglichst dünne Schichten zu diesen Untersuchungen anzuwenden, zugleich aber Verletzungen so viel als möglich zu vermeiden. Die Bauchmuskeln der Frösche bestehen aus mehreren Lagen, welche man durch Schaben mit einem feinen Messer isoliren kann (Emmert). Durch mäßigen Druck mit dem Compressorium werden sie noch mehr verdünnt und ausgebreitet, doch wird dadurch leicht die Continuität des Nervenmarkes aufgehoben; es sondert sich in einzelne Tropfen, läßt die Scheide in weiten Strecken leer zurück und kann so zu der Täuschung Anlaß geben, als ob die Nerven an der Unterbrechungsstelle endeten, da die leere Scheide nur äußerst schwer zu sehen ist. Diluirte Essigsäure ist ein gutes Hülfsmittel zum Aufsuchen der Nerven, da sie die Muskeln blaß und durchsichtig macht, ohne die Nerven bedeutend zu ändern. Es ist nicht räthlich, die Untersuchung sogleich nach dem Tode des Thieres vorzunehmen, weil die Zusammenziehung der Muskeln die Präparation erschwert; die nach einiger Zeit eintretende Gerinnung des Nervenmarkes ist nicht nur nicht hinderlich, sondern erleichtert das Auffinden der Nerven.

Das übereinstimmende Resultat der genannten Beobachtungen ist folgendes: der in den Muskel eintretende Nerve vertheilt sich anfangs auf die gewöhnliche Weise ziemlich unregelmäßig, doch tritt schon der longitudinale, den Muskelbündeln parallele Verlauf einigermaßen hervor. Die feinsten, mit bloßem Auge eben noch sichtbaren Bündel treten nun, häufig in Begleitung der Gefäße, in

1 Beitr. II, 59.

2 Hecker's N. Annal. II, 66. Verlauf und Enden d. Nerven. S. 67. Fig. 1. 2.

3 Endigungsweise der Nerven in den Muskeln.

4 J. Müller's, Physiol. II, 54.

5 Beitr. zur mikr. Anat. d. Nerven. S. 53. 67. Taf. II. Fig. 1. 2.

6 Allg. Anat. S. 157. Fig. 91.

Zwischenräume der secundären Muskelbündel und gehen daselbst lange Strecken fort. Die Nervenröhren sind nur noch locker zusammengehalten und entfernen sich von einander bei geringem Drucke; einzelne oder zwei oder mehrere verlassen das longitudinale Bündel in Abständen, welche mitunter ziemlich regelmäßig sind, und gehen schief oder quer über die Muskeln weg; dabei findet, wie zwischen den größeren Zweigen, ein häufiger Austausch von Fasern, eine wahre Plexusbildung statt. In den queren Endästen weichen die Fasern noch mehr auseinander und vereinzeln sich zuletzt völlig. Nachdem sie einen längeren oder kürzeren Weg quer über die Muskeln zurückgelegt haben, kehren nun die einzelnen Fasern in weiten Bogen um; sie legen sich wieder an andere an und begeben sich mit diesen, eine Schlinge bildend, in das Bündel zurück, von dem sie ausgegangen waren, oder in ein anderes Bündel, das wenigstens ein Zweig desselben Nervenastes ist, vielleicht auch in ein Bündel, welches einem anderen Aste angehört. Häufig entziehen sich einzelne oder gepaarte Fasern dem Auge, indem sie zwischen zwei Muskelbündeln durch auf die untere Fläche des Muskels gelangen; hier setzen sie ihren Weg in derselben Richtung fort und kommen wieder zwischen zwei Muskelbündeln durch an die Oberfläche oder sie erreichen schon an der unteren Fläche ein Bündel, um sich an dasselbe anzuschließen (Emmert).

Bei der Unregelmäßigkeit in diesen Schlingen und Bogen der Nerven ist es schwer, einen Ausdruck für die Weite der Netze zu finden, welche von denselben gebildet werden. Nur so viel ist leicht zu sehen, daß die von den Nervenschlingen eingeschlossenen Maschen sehr viel größer sind, als die Maschen zwischen den letzten Verzweigungen der Capillargefäße.

Die Frage nach der Endigung der Nerven in den Muskeln beantwortet sich demnach so, daß eine Endigung derselben gar nicht existirt, sondern jede Nervenfaser ununterbrochen aus dem Stamme und also aus den Centralorganen über eine Reihe von Muskelbündeln weg und in die Centralorgane zurückläuft. Die Fasern, die Treviranus und Schwann plötzlich enden sahen und von denen Müller vermuthet, daß sie sich in feinere spalten möchten, sind ohne Zweifel nur solche, welche nach Emmert's Beobachtung zwischen zwei Muskelbündeln in die Tiefe dringen. In den von R. Wagner angeführten Fällen, wo die Nerven das Neurilem abzulegen

schienen und weniger deutlich und begrenzt wurden, war vielleicht das Mark durch Druck entfernt oder ausgetreten.

Auf dem ganzen Wege durch die Muskeln ändert sich die Form der Nervenfasern nicht. Die einzeln liegenden verhalten sich ebenso gegen Druck und chemische Mittel, wie die künstlich isolirten Röhren aus den Stämmen. Nur etwas feiner scheinen sie zu werden; denn obgleich die Nervenröhren der Muskeln im Allgemeinen zu den stärkeren gehören und namentlich die Nerven der Häute sehr an Breite übertreffen, fand ich ihren Durchmesser doch nicht leicht über 0,0067, und am häufigsten zwischen 0,004—0,005‴. Die stärksten Röhren in den Stämmen erreichen aber, wie erwähnt, einen Durchmesser von 0,008‴. Fasern von 0,0025‴ sind nicht gar selten in den Muskeln, feinere scheinen nicht vorzukommen [1].

Das Verhalten der Nerven in den glatten Muskeln ist nicht untersucht. Von den Gefäßen habe ich schon früher angegeben, daß einzelne oder zu 2 oder 3 verbundene Nervenröhren die Gefäße entweder in geradem Laufe begleiten oder, die feineren, in weiten Spiralen umschlingen. Vom Bindegewebe kennt man nur durchtretende Nerven, die nicht in sensible und motorische unterschieden werden können. Die Nerven der Iris stellte Valentin am Vogelauge dar [2]. Die Hauptstämme gehen dem Pupillarrande parallel und sind durch feine Plexus verbunden, die Umbiegungsschlingen der Primitivfasern liegen am Pupillarrande.

Um die Enden der sensiblen Nerven kennen zu lernen, wurden die Häute, namentlich die äußere Haut, und die Sinnesorgane untersucht. Bei einem Gegenstande, der noch so neu ist und auf welchen so wichtige physiologische Folgerungen zu gründen sind, wird es nicht unzweckmäßig seyn, die Beobachtungen einzeln mitzutheilen.

Die äußere Haut der höheren Wirbelthiere ist wegen ihrer Stärke, Festigkeit und Undurchsichtigkeit, wegen ihres faserigen Baues und der Menge von Gefäßen, die sie enthält, zur Darstellung der Nervenenden wenig geeignet. Die ersten Beobachtungen wurden daher an der Haut von Fröschen angestellt, die man noch durch Compression oder Behandlung mit Essigsäure etwas durchsichtiger

1 E. H. Weber (Rosenmüller's Anat. S. 56) fand ebenfalls, daß die Nervenfäden in den Muskeln feiner werden.

2 a. a. O. S. 60. Fig. 23.

machen kann. Valentin[1] und E. Burdach[2] haben Präparate derselben abgebildet. Nach Valentin bilden die Fasern Plexus wie in den Muskeln, und biegen ebenfalls, der Abbildung nach, in sehr engen Bogen in einander um. Nach Burdach's ausführlicher Schilderung spaltet sich jeder in die Haut tretende Nervenstamm in 3—4 Aeste, diese verzweigen sich weiter, geben Bündel ab, welche sich zuweilen wieder an den einen oder anderen Nervenzweig anlegen, häufig aber selbstständig bleiben und durch Abgeben von Reisern, welche aus wenig Fasern, selten nur aus einer einzigen bestehen, immer dünner werden. Sie verlaufen um so weniger geschlängelt, je feiner sie sind. Alle die feinsten Reiser bilden nun ein sehr mannichfaltiges Geflecht, indem sie sich bald verbinden, bald wieder neu spalten. Die Maschen des Geflechtes sind meist verschoben viereckig, doch auch mitunter sehr regelmäßig fünfeckig, rhombisch, größer und kleiner. Die Zwischenräume betragen höchstens 1/4'''. Die Reiser desselben Geflechtes liegen in verschiedenen Höhen und sind deshalb nicht alle zugleich sichtbar. Jeder Ast, wenn man ihn einzeln verfolgt, wird bis zu einer gewissen Strecke schwächer und schwächer, dann aber durch Aufnahme von Fasern allmählig wieder stärker und geht zuletzt als Ast in einen ganz anderen Nervenstamm über. So endet also jede Faser zuletzt wieder in einem Nervenstamme, durch welchen sie zu den Centralorganen zurückgeführt wird. Auch hiernach bildet also jede Faser eine Schlinge, aber eine sehr weitläufige. Die Schlingen Burdach's würden sich zu den von Valentin gezeichneten etwa verhalten, wie die flächenhafte Ausbreitung eines Capillarnetzes zu dem in eine Papille aufsteigenden Gefäßbogen. Aehnliche Plexus finde ich in der Rickhaut der Frösche, wo man die Fasern bis nahe an den Rand ohne alle Präparation leicht verfolgen kann; die eintretenden Stämmchen begleiten die Gefäße, die feineren Aeste trennen sich von den Gefäßen, die Fasern sind schon von Anfang an fein und werden im weiteren Verlaufe, und wie sie sich isoliren, noch etwas feiner, ohne Aeste abzugeben, sie messen 0,0008—0,002''', gehen oft einzeln weite Strecken über Gefäße weg, an Drüsen vorbei, ohne daß man ein bestimmtes Ende sähe. Zuweilen scheint eine Nervenröhre in Form eines runden, dunkeln Knöpfchens plötzlich zu enden; bei ge-

1 Verl. und Enden der Nerven. S. 67. Fig. 3.

2 a. a. O. S. 45. Taf. II, Fig. 3.

nauerer Betrachtung ergiebt sich fast jedesmal, daß der Anblick durch eine von der unteren zur oberen Fläche aufsteigende, wellenförmige Biegung der Faser erzeugt wird, wodurch man gleichsam einen Querdurchschnitt derselben zu Gesicht bekommt. Allerdings scheint mitunter eine Primitivfaser sich allmählig zu verlieren oder kolbig aufzuhören: ich vermuthe, daß daran eine Trennung des Markes schuld ist, was in vielen Fällen wenigstens ganz unzweifelhaft war. Gerber[1] giebt eine Methode an, um die Nerven auch in der Cutis der Säugethiere und des Menschen sichtbar zu machen. Man soll nämlich die Haut kochen, so daß sie durchscheinend wird, und dann nach dem Trocknen in Terpenthinöl legen, welches die Nerven glänzend weiß färbe. Gerber hat dieselben sowohl von der Fläche, wie auf Durchschnitten dargestellt[2]. Darnach bilden sie, in ihre feinsten Bündel aufgelöst, an den weniger empfindlichen Hautstellen ein Netz oder ein Geflecht mit ziemlich weiten und rundlichen Maschen, in welchem keine isolirten Fasern vorzukommen scheinen (Fig. 95); an Theilen der Haut mit feinerem Gefühl, namentlich an den Papillen tragenden, steigen sie in sehr engen Bogen oder Schlingen in die Papillen auf; jede Schlinge ist aus zwei ineinander mündenden Primitivröhren entstanden, welche bald aus einem und demselben Bündel, bald aus benachbarten, bald aus weit voneinander entfernten herrühren. Die schlingenbildende Faser kann sich schlängeln oder selbst zu einer Art von Knäuel winden, wie die Blutgefäße in den Glomeruli der Nieren. Gerber beschreibt solche Verknäuelungen auch im Laufe einer gestreckten Nervenfaser unter der Haut, z. B. der Lippe des Pferdes. Die Hautpapillen sind demnach feine, cylindrische Auswüchse der Cutis, welche eine Gefäß- und eine Nervenschlinge enthalten[3].

1 Allg. Anat. S. 157.

2 Fig. 92—101.

3 Welches eigentlich die Meinung von Breschet und Roussel de Vauzème über das Verhalten der Nerven in den Papillen sey, getraue ich mich nicht zu entscheiden. Es heißt *(Ann. d. sc. nat. 2e sér. II, 176)* zuerst mit klaren Worten, daß in der Papille jeder Nerve in eine stumpfe Spitze *(pointe mousse)* ende, hernach wird vermuthet, daß er eine Schlinge bilde, und endlich zugestanden, daß das Ende noch nicht bekannt sey. In der einen Abbildung *(Tab. IX. fig. 14)* theilt sich der Nerve vor dem Eintritt in die Papille in mehrere, frei endende Fäden, in *fig. 10* und *12* ist die ganze Papille mit Längsstreifen bezeichnet, die an der Spitze je 2 und 2 ineinander über-

Den Nerven der äußeren Haut ähnlich verhalten sich die Nerven der Schleimhaut, wie man beim Frosche an der ganzen Schleimhaut des Rachens sehen kann, namentlich an dem dünneren Theile, der das Zungenbein bedeckt, wenn man ihn möglichst fein abpräparirt und das Epithelium durch Schaben entfernt hat. In der Zunge glaubt Burdach[1] Primitivfasern von den Nerven einer Seite in die der anderen übergehen gesehen zu haben. Aus der Schleimhaut der Nase des Hundes bildet Valentin[2] umbiegende Primitivfasern ab, ohne indeß die Beobachtung für eine ganz sichere zu erklären. An der frischen Conjunctiva vom Salamander hat er sich von der bogenförmigen Endigung der Primitivfasern überzeugt[3]. In der an Empfindungsnerven reichen Zahnpulpa verlaufen die Nervenstämmchen, die an der inneren Oberfläche liegen, fast parallel, gegen die Spitze hin schwach convergirend; durch einzelne, schief übertretende Fasern entstehen längliche Plexus. An der Spitze der Pulpa enden nach Purkinje[4] die Primitivfasern, von Blutgefäßen umsponnen, pinselförmig, nach Valentin[5] gehen sie je 2 und 2 in steilen Bogenlinien in einander über.

Von allen Geweben wurde die Netzhaut am häufigsten in der Hoffnung untersucht, die feinsten peripherischen Enden der Nerven anzutreffen; aber nur selten sind überhaupt die Nerven, geschweige denn deren Enden wahrgenommen werden. Eine Schicht feiner, stabförmiger Körperchen an der Außenseite der Retina, von Treviranus zuerst als Umbeugungen der Sehnervenfasern zu Nervenwärzchen gedeutet, hat die Aufmerksamkeit so sehr auf sich gezogen, daß darüber die eigenthümliche Ausstrahlung des Opticus von den Meisten übersehen oder für eine Lage von Bindegewebe genommen wurde. Ich werde erst später die übrigen Gebilde, welche in die Zusammensetzung der Netzhaut eingehen, beschreiben und dabei auch auf die Lage der Nervenschicht zurückkommen müssen, hier sey nur,

gehen und im Text für umbiegende Nervenfasern erklärt werden. Gluge (*l'Institut. 1838. No. 232*) leugnet die Anwesenheit von Nervenfasern in den Papillen gänzlich.

1 a. a. O. S. 68.

2 a. a. O. Fig. 4.

3 Repert. 1837. S. 54.

4 Raschkow, Meletemata. p. 5.

5 a. a. O. S. 73. Fig. 31. 32.

in Bezug auf die uns gegenwärtig beschäftigende Frage, bemerkt, daß von der Eintrittsstelle des Sehnerven an die Nervenröhren radienförmig nach allen Seiten ausgehen, daß sie von Anfang an in Bündel gesondert sind, welche durch häufigen Austausch ihrer Primitivfasern Plexus mit sehr langgezogenen Maschen bilden, daß nach vorn hin die Maschen allmählig weiter und die Stämmchen dünner werden[1]. In den Augen der Kaninchen und Hasen ist diese Ausstrahlung schon mit bloßem Auge wahrnehmbar und leichter mit dem Mikroskop zu verfolgen. Man darf nur von dem hinteren Segment eines frischen Auges Sklerotika und Choroidea entfernen und, nachdem man den Glaskörper mit der aufliegenden Netzhaut auf ein Glasplättchen gebracht hat, die brüchige Stäbchenschicht durch leises Streichen mit dem Messer stellenweise abnehmen. Die dickeren Nervenbündel erscheinen alsdann dunkel, gelblich, fein längsgestreift, die mehr vereinzelten Fasern sind sehr fein, nicht über 0,0006''' im Durchmesser, dunkel, körnig, fast wie Muskelfasern, werden aber durch Auftröpfeln von Wasser den übrigen Nervenfasern ähnlicher. Bei anderen Säugethieren macht sie Gottsche durch Auftröpfeln einer Lösung von einem Theil Sublimat in drei Theilen Schwefeläther sichtbar, wodurch die hintere Stäbchenschicht rissig und fest wird und mit dem Pinsel weggewischt werden kann. Michaelis[2] behandelt sie mit Kreosotspiritus. Gottsche hat bei Fischen und vielen Säugethieren, Remak[3] bei Kaninchen vereinzelt laufende Röhren bis an den vorderen Rand der Netzhaut verfolgt, auch Michaelis giebt an, daß nach vorn die Nervenfasern vereinzelt liegen, ohne sich zu berühren. Der Analogie nach setzt Valentin voraus, daß die Fasern des Opticus in Schlingen enden; dagegen behauptet Hannover[4] mit Bestimmtheit, freie Enden der Fasern an dem vorderen kreisförmigen Sinus der Retina gesehen zu haben. Schlingen habe er nicht wahrgenommen, auch leugnet er die Plexus, und Bibber[5] stimmt ihm darin bei, daß sie

1 Gottsche in Müll. Arch. 1834. S. 457 u. a. Pfaff's Mitthlg. 1836. Hft. 1 und 2. S. 40. Ehrenberg, Unerk. Struct. S. 35. Valentin, Repert. 1837. S. 252. Fig. 8. 9.

2 Müll. Arch. 1837. S. XIII.

3 Ebendas. 1839. S. 169.

4 Ebendas. 1840. S. 340.

5 Ebendas. 1841. S. 252.

sich nur zeigen, wenn man durch Druck oder Zerrung die Fasern auseinandergedrängt hat. Beim Kaninchen sind sie gewiß nicht Kunstproduct. Den bogenförmigen Uebergang von zwei Fasern in einander hat Bidder zweimal mit Bestimmtheit wahrgenommen, und zwar nahe am Ciliarrande in der Retina des Huhns. Die Enden der Primitivfäden des Sehnerven sind demnach noch zweifelhaft, doch kommen die genannten Beobachtungen darin überein, daß sie sich nicht in dem Hintergrunde des Auges befinden, wo die Lichtempfindung am schärfsten ist, und daß nicht jedem empfindenden Punkte die Spitze oder das Ende einer Nervenröhre entspreche. Eine Ausnahme würde nach Michaelis das menschliche Auge machen. Während nämlich die Fasern des Sehnerven von der Eintrittsstelle aus nach allen anderen Richtungen in gerader Linie ausstrahlen, sollen sie gegen die Macula lutea hin in Bogen gehen und von beiden Seiten her im Foramen centrale zusammenkommen. Man denke sich eine gerade Linie von der Eintrittsstelle des Sehnerven zur Mitte des Foramen centrale, so würden die Primitivfasern zu beiden Seiten dieser Linie so verlaufen, daß sie der Linie ihre Concavität zuwenden, und in um so schwächeren Bogen, je näher der Linie. Die Endpunkte sämmtlicher Bogen träfen in der Mitte der Macula lutea, d. h. im Foramen centrale zusammen, ohne sich zu verbinden, und auch die weiter nach außen gelegenen sollen, ohne in einander überzugehen, in einer Linie aufeinanderstoßen, welche die Fortsetzung der von der Eintrittsstelle des Sehnerven gegen die Macula gezogenen Linie wäre.

Mit Recht empfiehlt Breschet die Ausbreitung des Hörnerven in Ampullen und auf dem Spiralblatte der Schnecke als die der Beobachtung am meisten zugängliche Nervenendigung. Breschet hat selbst die plexusartigen Verbindungen, welche die Bündelchen des Nerv. ampullaris und der einzelnen, aus dem Modiolus tretenden Stämmchen auf dem Spiralblatte untereinander eingehen, und deren Endigung in Schlingen beschrieben und abgebildet[1]. Mit seiner Darstellung stimmt die von Arnold[2] ganz überein, indessen war die von ihnen angewandte Vergrößerung nicht stark genug, um die Primitivfasern selbst wahrzunehmen. Valentin[3] be-

1 *Recherches anatom. et physiol. sur l'organe de l'ouie. Paris 1836. 4. p. 106. Tab. VIII. fig. 2—4.*

2 Icon. anat. fasc. II. Taf. VII. fig. 12. 13.

3 a. a. O. S. 63. Fig. 6. 26. 27. 29. 30.

nutzte zu diesen Untersuchungen das Ohr der Vögel. In der Flasche gehen die einzelnen Stämmchen strahlig auseinander, verbinden sich aber hier schon nicht selten durch einen oder mehrere schiefe Aeste; in einiger Entfernung vor dem abgerundeten Ende werden die Verbindungen häufiger; es entstehen Plexus mit rhomboidalen Maschen, und wie die Stämmchen sich immer feiner zertheilen, bleiben zuletzt nur Endumbiegungsschlingen einzelner Fasern übrig. In den Ampullen zeigen sich die Endplexus auf den quer- oder kreuzförmigen Septen, welche Steifensand so genau beschrieben hat[1], sie bilden ebenfalls rhomboidale Maschen, die mit der Verdünnung der Nervenäste immer zahlreicher werden, und enden mit Umbiegungsschlingen der einfachsten Fasern an der bogenförmigen Grenze der zwischen den Armen des kreuzförmigen Septum ausgespannten Membran. Plexus und Schlingen auf den Ampullen des Steinadlers, dem häutigen Säckchen des Ochsen und dem Spiralblättchen des Embryo hat Pappenheim dargestellt[2]. Endlich giebt R. Wagner[3] Abbildungen der Nervenenden aus dem Säckchen des Hechtes und der Ampulle des Rochen, wonach die meisten Fasern in engen Schlingen zu ihrem Stämmchen zurücklaufen, andere in weiteren Bogen aus einem Stämmchen zu dem anderen übergehen und in diesem centripetal fortzugehen scheinen. Nach einigen eigenen Untersuchungen am Spiralblatte von Säugethieren und an den Ampullen des Frosches ist mir die Anwesenheit von Fasern, welche aus einem Bündel continuirlich und bogenförmig in das andere übergehen, nicht mehr zweifelhaft; ob alle, in dem einzelnen Bündel dicht nebeneinander liegende Röhren umbiegen, scheint mir schwerer auszumachen. Man sieht Schlingen, aber auch freie Enden, indeß können diese eher, als jene, durch einen Fehler der Beobachtung erscheinen; es kann die Schlinge in einer perpendiculären Ebene liegen und daher das Ende nur knopfförmig angeschwollen aussehen, oder es mag auch das Mark an der Umbeugungsstelle unterbrochen seyn, durch Gerinnung oder Zerreißung. Ein Präparat der letzteren Art hatte ohne Zweifel Treviranus vor sich, wenn er (vom Spiralblatte junger Mäuse) angiebt, daß die Nervencylinder unter der Oberfläche der Haut spiralförmige Windungen machen und dann

[1] Müll. Arch. 1835. S. 171.

[2] Gewebelehre des Gehörorganes. S. 45. Fig. 4. 8. 16.

[3] Icon. physiol. Tab. XXI. fig. 7. Tab. XXIX. fig. 14.

aus kleinen Oeffnungen als Kügelchen hervorkommen[1]. Gottsche dagegen[2] hat vielleicht Umbiegungsschlingen gesehen, deren Schenkel einander deckten. Er behauptet, daß beim Stör, Karpfen und anderen Fischen die Fäden des Acusticus wie abgeschnitten erscheinen, aber bei der Scholle, auch beim Hasen mit einer Anschwellung enden, zweimal so dick als die Breite des Nervenfadens, und mit einer Höhle im Innern. Wharton Jones läßt die Gehörnerven ohne Schlingenbildung zwischen Körnchen von Nervenmassen enden[3]. J. Müller[4] erklärt sich gegen die von Valentin behauptete Schlingenbildung der Primitivfasern des Acusticus nach Untersuchung des Spiralblattes der Vogelschnecke[5], auf welche Valentin nicht eingegangen war. Das Spiralblatt ist auf einem Knorpelrahmen ausgespannt, an dessen einem Rande der Schneckennerve sich ausbreitet. So weit dies geschieht, kommen von dem entgegengesetzten Rande des Rahmens feinere Fasern, setzen parallel und dicht nebeneinander quer über das Spiralblatt und enden, ohne in einander umzubiegen, undeutlich. Diese Fasern sind nach Müller sehr viel feiner als die Primitivfasern der Nerven und, wie aus den nachfolgenden Worten hervorgeht, auch heller. Müller selbst giebt es nur für wahrscheinlich, daß sie Fortsetzungen der den Knorpel durchbohrenden Nervenfasern seyen.

Von den Röhren des Riechnerven giebt Treviranus an, daß sie in Papillen enden[6]. Diese Papillen sind nichts Anderes, als Cylinder des Flimmerepitheliums.

Endschlingen des N. glossopharyngeus in der Zungenspitze des Frosches beschreibt E. Burbach[7].

Dies sind alle zur Zeit bekannt gewordenen Untersuchungen über die peripherischen Enden der sensibeln Nerven. In sehr seltenen Fällen sah Valentin in dem Ligamentum ciliare Umbiegungsschlingen isolirter Fasern, deren physiologischer Charakter nicht

1 Beitr. II, 55.

2 Pfaff's Mitthlg. 1836. Hft. 5 u. 6. S. 33.

3 *Todd's Cyclopaedia.* Art. *Hearing.*

4 Arch. 1837. S. V.

5 Vgl. Windischmann, De penit. auris in amphibiis structura. Tab. II. fig. 5.

6 Beitr. II, 56.

7 a. a. O. S. 70. Taf. I. Fig. 18.

bekannt ist[1]. Es ist noch hinzuzufügen, daß Carus[2] die Endumbiegungsschlingen sowohl der sensibeln, als der motorischen Nerven aus eigener Anschauung bestätigt. Darf man aus dem Allem einen Schluß ziehen, dessen Gültigkeit zu beurtheilen wir Jeden in den Stand gesetzt haben, so giebt es an den sensibeln so wenig wie an den motorischen Nerven freie Enden, und jede der zuletzt einfach verlaufenden Primitivfasern biegt in eine andere einfache Primitivfaser um, oder jede Faser geht ununterbrochen als eine lange Schlinge von dem Centralorgane durch den Ort ihrer peripherischen Entfaltung oder Isolirung zum Centralorgane zurück. Auf diesem ganzen Wege erhält sie sich unverändert; überall besteht sie aus der structurlosen Hülle und dem Marke, nur scheint sich die Hülle an der Peripherie etwas zu verengen. Da in dem ganzen peripherischen Verlaufe die Contouren der Ränder deutlich sichtbar sind, da man in vielen Geweben viel feinere und hellere Fasern kennt, solche Fasern aber nirgends mit den Nervenröhren zusammenhängen, so haben wir keinen Grund anzunehmen, daß es noch feinere Elemente der Nerven gebe, als die uns bekannten, markführenden Röhren.

Bevor wir nun die Nerven weiter nach den Centralorganen verfolgen, ist es nothwendig, einige andere Formelemente zu beschreiben, mit welchen sie theils während ihres Verlaufes, theils an ihrer peripherischen Ausbreitung in Berührung stehen.

An allen hinteren Wurzeln der Rückenmarks- und der entsprechenden Wurzeln der Gehirnnerven, an dem sogenannten Grenzstrange des N. sympathicus und an vielen Orten im Verlaufe desselben, endlich auch an einigen Stellen, wo Cerebrospinal- und sympathische Nerven zusammenstoßen, kommen rundliche, ovale und spindelförmige oder plattgedrückte Anschwellungen von festem Baue und grauröthlicher Farbe vor, die sogenannten Nervenknoten oder Ganglien. Wenn man ein Stück eines solchen Knotens mit ein paar Nadeln zerreißt oder zerpflückt, so findet man in dem Wasser, womit das Präparat benetzt wurde, eine Menge sehr eigenthümlich gestalteter Körperchen, welche den Namen Ganglienkugeln erhalten haben, obschon sie nur selten wirklich kugelig, viel häufiger eiförmig, drei- oder viereckig, prismatisch, nieren-, keilförmig, oft auch ganz

[1] a. a. O. S. 59. Fig 5.

[2] Müll. Arch. 1839. S. 367.

unregelmäßig gebildet sind. Eben so veränderlich ist ihre Größe; die größten kommen in den Ganglien der Hirnnerven vor; in dem Ganglion Gasseri des Kalbes fand ich deren bis zu 0,033‴ Durchmesser, die meisten haben zwischen 0,022—0,027‴; im Ganglion cervicale supremum desselben Thieres erreichen sie nicht leicht über 5,017‴, und es giebt viele von 0,009‴ u. darunter[1]. Charakteristisch ist an denselben die röthlichgelbe Farbe, die weiche und der Form der Eindrücke nach wachsartige Consistenz, die Blässe der Contouren und die körnige Beschaffenheit der Oberfläche, die wie von einzelnen Häufchen der feinsten Pünktchen regelmäßig getüpfelt ist (Taf. IV. Fig. 7, B). In allen oder fast allen fällt sogleich ein genau rundes Körperchen auf, welches wie ein Fetttropfen glänzt und in großen und kleinen Ganglienkugeln ziemlich constant 0,001—0,0015‴ Durchmesser hat (Fig. 7, B. c). Concentrisch damit bemerkt man alsdann eine sehr feingezogene und scharfe, ebenfalls genau kreisrunde Linie (Fig. 7, B. b). Bei allem Wälzen der Ganglienkugel bleibt das kleine glänzende Körperchen im Centrum des helleren Kreises und erhalten sich beide vollkommen rund, woraus folgt, daß beides ineinander eingeschlossene Bläschen oder Kugeln sind. Die äußere ist wasserhell und hat 0,006—008‴ Durchmesser. Ihre Größe steht einigermaßen mit der Größe der Ganglienkugel in Verhältniß. Das wasserhelle Bläschen mit seinem Kern, an dessen Stelle man auch zuweilen 2—3 kleinere, ähnlich gestaltete Kerne antrifft, liegt zuweilen an der einen Wand der Ganglienkugel, so daß es beim Wälzen an den Seitenrand zu liegen kommt, denselben auch wohl überragt; in der Regel aber ist es ringsum von der Substanz der Ganglienkugel umgeben und in derselben eingeschlossen, wenn auch nicht gerade im Mittelpunkte gelegen. Mitunter kommen zwei Bläschen in einer Ganglienkugel vor[2]. Einer Beobachtung von Volkmann[3] zufolge scheinen die Kugeln wenigstens beim Frosche aus einer Schale und einem flüssigen Inhalte zu bestehen. Es kam nämlich eine Kugel mit einem Einrisse vor und die Vertheilung von Schatten und Licht ließ kaum einen Zweifel, daß man eine Hülse vor sich habe, deren

1 9,010—0,37‴ Purkinje. 0,014—0,021‴ Volkmann (aus dem Sympathicus der Ratte). 0,020—0,025 Krause. 0,01—0,02 Bruns.

2 Remak, Observ. Tab. II. fig. 15.

3 Müll. Arch. 1838. S. 292.

Inhalt entleert war. Häufig ist eine Stelle der Oberfläche durch körniges Pigment auffallend gelb oder röthlich gefärbt. So sehe ich es immer beim Frosche, Purkinje und Valentin fanden es bei Säugethieren.

Vergleichen wir die Ganglienkugeln mit anderen Zellen, so scheint die äußere Substanz derselben der Zelle, das wasserhelle Bläschen dem Cytoblasten, das glänzende Körperchen dem Kernkörperchen zu entsprechen; ein Umstand, der dieser Deutung widerstreitet, ist, daß die ganze Kugel, also nicht nur die Zelle, sondern auch Kern und Kernkörperchen durch Essigsäure augenblicklich vollkommen aufgelöst werden.

Es finden sich an den Ganglienkugeln breite und allmählig zugespitzte Fortsätze wie Stacheln (Fig. 7, C. a), von derselben hellen und weichen Substanz, wie die Ganglienkugeln, wahre Fortsetzungen derselben. Sie erinnern an die stachelförmigen Fortsätze der Epitheliumzellen auf den Plexus choroidei, sind aber viel seltener und namentlich finden sich nur selten mehrere an einer Ganglienkugel. Die Spitze ist nicht immer scharf abgegrenzt, sondern oft wie abgerissen, niemals aber gesplittert oder in feinere Fasern verlängert. Man darf sie nicht mit Fragmenten der sogleich zu beschreibenden kernhaltigen Fasern verwechseln, welche den Ganglienkugeln nur äußerlich, aber ziemlich fest anhängen. In jüngeren Thieren sind öfters zwei Ganglienkugeln durch eine Commissur verbunden[1]; vielleicht sind die Fortsätze derselben zum Theil zerrissene Commissuren. Bei vorsichtigerer Behandlung findet man immer Ganglienkugeln, die in einer besonderen Hülle eingeschlossen sind, aus welcher sie herausfallen, wenn man die Knoten auf rohe Weise zerdrückt und zerreißt; in dieser Hülle (Fig. 7, A) liegen kleine, runde Zellenkerne (a, b), größtentheils mit Kernkörperchen versehen, ziemlich regelmäßig geordnet; sie werden durch verdünnte Essigsäure deutlicher, einzelne derselben sind oft in dunkle, ovale Körperchen oder kurze Fasern verlängert.

Von den angelagerten Ganglienkugeln rührt die gelbliche Farbe und die Auftreibung der Nerven in den Ganglien her. Sie liegen in dichten Haufen zusammen, die regelmäßigeren und rundlichen an der Oberfläche, die polyedrischen in der Tiefe der Knoten. Ein festes Bindegewebe, Fortsetzung des Neurilems, umschließt alle und

[1] Remak, Observ. p. 10. Valentin, Müll. Arch. 1839. S. 142.

bildet Septa, wodurch die Kugeln in einzelne Massen zusammengefaßt werden, die den Läppchen der Drüsen gleichen. Das Ganglion erhält so schon äußerlich ein mehr oder minder maulbeerartiges Ansehen. Zwischen den Kugeln oder Läppchen gehen die Nervenbündel zum Theil unverändert und gestreckt hindurch, zum Theil lösen sie sich in ihre Primitivfasern auf und winden sich in mannichfachen Bogen und Schlingen um die einzelnen Kugeln und um Kugelhaufen. Aber auch die gestreckten Nervenbündel treten auseinander und bilden Plexus, in deren Maschen Ganglienkugeln aufgenommen werden. In der Regel halten sich die Nervenfasern in der Axe des Knotens am meisten zusammen und vereinzeln und schlängeln sich mehr an der Oberfläche desselben; dann ist ein centrales Nervenbündel von Ganglienkugeln allseitig umgeben; in anderen Fällen häufen sich die Kugeln mehr an einer Seite an, bilden einen dem Nerven aufsitzenden Hügel, oder die Nervenfasern begeben sich größtentheils an die Oberfläche und der Kern des Knotens besteht hauptsächlich aus Ganglienkugeln u. s. f.[1] Es ist wahrscheinlich, daß in der Axe der Ganglien diejenigen Nervenfasern liegen, welche das Ganglion nur durchsetzen, um im Grenzstrange noch weiter abwärts zu verlaufen, daß dagegen die äußeren umspinnenden Fasern eines jeden Ganglion zum Austreten bestimmt sind. Die anatomische Untersuchung der Pars thoracica des Kaninchens lehrt, wie Valentin versichert[2], daß die centralen Fasern der Ganglien, indem sie durch die Ganglienkette nach abwärts laufen, allmählig in tieferen Ganglien der Oberfläche sich nähern und zu umspinnenden werden.

Beim Frosche giebt es cylindrische, äußerlich nicht aufgetriebene, sondern nur durch ihre röthliche Farbe ausgezeichnete Nerven, welche äußerlich mit einer Lage von Ganglienkugeln bedeckt sind. Bei höheren Thieren scheinen mir außer an den Anschwellungen Ganglienkugeln nicht vorzukommen. Indeß beobachtete Volkmann[3] einmal am Glossopharyngeus des Menschen zwei gangliöse Anschwellungen, welche durch einen Zwischenraum von $\frac{1}{2}'''$ getrennt waren, und auch in diesem Zwischenraume wahre Ganglienkugeln, zwischen welchen die Nervenfasern hindurchsetzten. Uebrigens verhalten sich die Ner-

1 Valentin, a. a. O. S. 75. Fig. 34—50.

2 Funct. nerv. p. 66.

3 Müll. Arch. 1840. S. 488.

venfasern innerhalb der Ganglien, wie in den Nervenstämmen, sie werden leicht varikös, wenn sie fein sind, und da die Röhren des Sympathicus meist zu den feineren gehören, so kommen auch in den Knoten viele varikose Fasern vor.

In die Ganglien des Sympathicus treten mit den eigentlichen Nervenfasern der grauen Nerven auch die gelatinösen Fasern ein, sie stehen mit den Ganglienkugeln in besonderer Beziehung. Die Fasern eines Bündels breiten sich nämlich trichterförmig aus, um eine Ganglienkugel oder eine Reihe derselben aufzunehmen, treten danach wieder zusammen, um sich alsbald aufs Neue zu entfalten; so kann man oft ganze Stränge gelatinöser Fasern aus einem Ganglion hervorziehen, welche perlschnurförmig angeschwollen sind und in den Anschwellungen Kugeln enthalten. An der Oberfläche der Kugeln bedecken sie zunächst den äußeren Ueberzug derselben oder gehen auch in denselben über, so daß einzelne gelatinöse Fasern als unmittelbare Fortsetzungen der Ganglienkugeln erscheinen können. Häufiger, als in den grauen Nerven, zerfallen die gelatinösen Fasern in den Ganglienkugeln in feinere Fäden und gehen mitunter ganz unmerklich in das Bindegewebe über, welches die stärkeren Faserbündel und die größeren Kugelhaufen scheidet und den Gefäßen der Nervenknoten zum Träger dient. Die Gefäße der Ganglien beschreibt Wutzer[1] auf folgende Weise: Die zum Ganglion tretende Arterie läuft erst durch das lockere äußere Bindegewebe und giebt diesem Aeste, dann durchbohrt sie die festere Zellhaut und theilt sich sogleich in viele Aestchen, von welchen die einen an der inneren Oberfläche der Zellhaut Netze bilden, andere in die Tiefe dringen. Zuweilen begleitet ein Ast den durch das Ganglion laufenden Nervenstrang.

Eine andere Art von Kugeln oder Zellen findet sich an der peripherischen Ausbreitung der Sinnesnerven, welche, der Größe nach, den Ganglienkugeln einigermaßen verglichen werden können, bei näherer Betrachtung aber vielleicht eine ganz andere Bedeutung erhalten. Große Kugeln, die nicht weiter beschrieben werden, sahen Purkinje und Valentin in dem Riechkolben des Menschen

[1] [illegible] fabr. et us. p. 61.

und der Säugethiere, zwischen den beiden differenten grauen Substanzen derselben[1], Valentin fand sie in der Ausbreitung des N. acusticus bei den Vögeln. Mir sind zwischen den Endschlingen des Hörnerven auf den Ampullen des Frosches große, ganz einfache, wasserhelle und sehr dünnhäutige Kugeln begegnet. Sie möchten leicht erst nach dem Tode durch Austreten des Inhaltes der Nervenröhren gebildet seyn, wie ich nachher von der Retina angeben werde. Etwas Anderes sind die Zellen aus der inneren Fläche des häutigen Labyrinthes, welche Pappenheim abbildet[2], und Lersch beschreibt[3]. Sie sind mit Kern und Kernkörperchen versehen und dadurch schon den Ganglienkugeln ähnlicher, die ganze Nervenausbreitung nebst den Zellen wird von einer structurlosen, glashellen Membran überzogen, deren äußere, vom Labyrinthwasser bespülte Fläche mit einzelnen, ovalen und abgeplatteten Zellenkernen bedeckt ist.

In der Retina zeigt sich außer den Zellen eine Schicht eigenthümlicher, stabförmiger Körper. Es ist hier der Ort, etwas genauer auf den Bau dieser merkwürdigen Membran einzugehen, deren Beschreibung wir indeß nur nach Thieraugen geben können, da menschliche Augen erst längere Zeit nach dem Tode zu haben sind, wenn der natürliche Bau der zarten Gebilde schon völlig zerstört ist.

Die stabförmigen Körper bilden die äußerste, der Choroidea zugewandte Schicht der Netzhaut; sie bleiben auf dieser haften, wenn man das Auge sogleich nach dem Tode öffnet und die Choroidea mit ihrem Pigment entfernt; nach einiger Zeit lösen sie sich als zusammenhängendes, dünnes Häutchen ab, welches bald der Choroidea, bald der Netzhaut folgt; unter dem Namen der Jacob-schen Haut ist am häufigsten diese Stäbchenschicht verstanden worden. Noch später verwandelt sie sich in eine schleimige Masse von grauer Farbe, die leicht zerfließt und als das äußere oder Markblatt der Retina beschrieben wurde. Betrachtet man die frische Retina von außen, indem man das hintere Segment des Auges mit dem Glaskörper so auf den Objectträger bringt, daß die Schnittfläche des Glaskörpers auf dem Glase liegt, und Sklerotika und Cho-

1 Valentin, Verl. u. Enden der Nerven. S. 63.

2 Gewebelehre des Gehörorganes. Fig. II.

3 De retinae structura. p. 10.

roidea entfernt, so nimmt sich die Stäbchenschicht oder Jacob'sche Haut wie ein sehr regelmäßiges und ebenes oder stellenweise vertieftes, dichtes Pflaster kleiner, wasserheller Kügelchen aus, welche durch breite, dunkle Linien von einander abgegrenzt sind (Taf. V. Fig. 1). Der Durchmesser eines jeden Kügelchens mißt nicht ganz 0,001'''. Erhält man an dem Schnittende zufällig eine Seitenansicht oder verschafft man sich eine solche durch Faltung der Netzhaut, so zeigen sich kurze und feine Cylinderchen (Fig. 2. b), 0,01''' lang und 0,0008''' breit [1], glatt, wasserhell, mit etwas abgerundeten Enden, palissadenartig eins ans andere gedrängt. Ueber dieselben hin zieht sich eine äußerst feine, gerade Linie (a), vermuthlich die Grenze der Intercellularsubstanz, welche die Stäbchen verbindet. Die Endflächen dieser Cylinder oder Stäbe sind es, welche in der eben beschriebenen Ansicht von außen als Kügelchen erscheinen; sie gewähren denselben Anblick, wenn man von oben die innere, der Linse zugekehrte Fläche der Netzhaut betrachtet. Man muß bei dieser Untersuchung jeden Druck sorgfältig vermeiden, und deswegen die präparirten Theile unbedeckt unter das Mikroskop bringen; das Gewicht auch des feinsten Glasplättchens ist hinreichend, um die Stäbchen umzulegen, und erzeugt dadurch ein ganz anderes Bild. Sieht man alsdann auf die äußere oder innere Fläche der Netzhaut, so scheinen die Stäbchen mit den Endflächen der Länge nach aneinander gereiht und es sieht aus, als ob feine Fasern, häufig durch Querstreifen unterbrochen, in mehreren Schichten über- und dicht nebeneinander über die Retina zögen, bald von einem oder mehreren Punkten, wie von Wirbeln, ausstrahlend, bald an geraden oder gebogenen Linien von beiden Seiten unter spitzen Winkeln zusammenstoßend, ungefähr so, wie man auf geographischen Karten die Gebirgszüge zu zeichnen pflegt.

Es bedarf nur geringer Gewalt, um den Zusammenhang der Stäbchen untereinander, eine bloße Agglutination, zu trennen, und bei jeder Art der Präparation bieten sich einzelne, am Rande des Netzhautschnittes in der Glasfeuchtigkeit schwimmend, in hinreichender Menge der Beobachtung dar, um ihre Form und ihr Verhalten gegen Reagentien genauer zu studiren. Frisch sind sie, wie bemerkt, glatt, vollkommen cylindrisch, mit wenig convexen Endflächen; sie

1 0,011''' lang und 0,0054''' breit, Valentin (beim Menschen). 0,0011 – 0,0012''' breit, R. Wagner. 0,0007 – 0,0016''' breit, Bidder (bei Säugethieren).

sind weich, sehr biegsam und zerreißen leicht; werden sie durch die Strömung der Flüssigkeit gegen ein festeres Körnchen, z. B. ein Blutkörperchen, getrieben, so legen sie sich um dasselbe und brechen oder reißen zuletzt in der Quere durch; zwischen beiden Bruchenden dehnt sich dann eine helle, ölartige Substanz aus, die endlich ebenfalls reißt, und zu einem Kügelchen zusammenschnurrt, welches an dem einen Stücke hängen bleibt. Sie haben lebhafte Molecularbewegung, wobei sie nicht blos auf und ab, und hin und her getrieben werden, sondern sich auch schlangenförmig krümmen, so daß es um so leichter den Anschein gewinnen kann, als sey die Bewegung selbstständig und Folge spontaner Contractionen. Einige Stäbchen sind länger, als die Masse der übrigen, was besonders beim Frosche oft sehr auffallend ist, vielleicht rühren sie vom vorderen Theile der Netzhaut her, wo sie etwas schiefer gestellt seyn mögen.

Sehr bald nach dem Tode fangen die Stäbchen an, sich zu verändern, einige kräuseln sich ganz fein, so daß sie bei einer bestimmten Stellung des Mikroskops aus aneinandergereihten Kügelchen zu bestehen scheinen, wie die gekräuselten Muskelfasern, andere erhalten größere wellenförmige Biegungen (Taf. V. Fig. 3. e e), andere endlich krümmen sich nur in einfachen Bogenlinien. Dabei werden die äußeren Contouren rauher und die größeren Stäbchen der Reptilien und Fische bekommen dichte Querstreifen an der Oberfläche. Kommt Wasser hinzu, so treten diese Formveränderungen rasch ein und schreiten weiter fort; das eine Ende (an zusammenhängenden Stücken sieht man, daß es dasjenige Ende ist, welches dem Glaskörper zugewandt war) biegt sich hakenförmig um und legt sich genau an den geraden Theil an (b b b). Das Stäbchen sieht alsdann an einem Ende keulenförmig angeschwollen aus; nach und nach rollt es sich mehr ein und erhält die Gestalt einer Kugel, die seitlich an einem Stiele zu sitzen scheint, allmählig vergrößert sich die Kugel auf Kosten des Stieles. Ein Stück des Stieles bleibt an den längeren Stäbchen gewöhnlich übrig, kürzere Fragmente verwandeln sich ganz in Kügelchen. Wenn aber reines Wasser sogleich in größerer Menge zugesetzt wird, so rollen sich auch die längeren Stäbchen zu mehreren Spiralwindungen zusammen, die einander decken und eine durchlöcherte Scheibe vorstellen, deren centrale Oeffnung leicht für einen Kern genommen wird. Fast eben so häufig geschieht es, daß die Stäbchen sich knieförmig in spitzen Winkeln

umbeugen und daß an den Enden, sowie an der Umbeugungsstelle kugelförmige Anschwellungen entstehen (d).

Nicht minder eigenthümlich ist das Verhalten der Stäbchen gegen Essigsäure. Sie lösen sich nicht auf, werden aber blässer, dünner und nicht blos relativ, sondern absolut länger, wobei sie zugleich mancherlei Krümmungen annehmen. Durch Antrocknen dagegen sieht man sie an Breite zu-, und wie mir schien, an Länge abnehmen. Von allen diesen Eigenschaften kann man sich an den Stäbchen der Retina bei Fröschen und Fischen, wegen ihrer bedeutenden Größe, viel leichter überzeugen, als an den feinen Stäbchen der Säugethiere; nur fehlt bei jenen aus demselben Grunde die Molecularbewegung.

Unter den freischwimmenden Retinastäbchen der Säugethiere kommen immer einige vor, welche an dem einen Ende plötzlich in einen außerordentlich feinen, etwas rauhen und körnigen Faden übergehen, der sich frei im Wasser hin und her bewegt (f), andere haben an dem einen Ende ein rundes oder ovales, durch einen Querspalt getrenntes Knöpfchen (c), welches etwas breiter ist, als das Stäbchen (bis 0,0013‴); solche Knöpfchen sieht man auch frei herumschwimmen und zuweilen sind sie von dem Stabe, zu welchem sie gehören, so abgelöst, daß sie ziemlich entfernt davon liegen und auf den ersten Blick frei zu seyn scheinen (a), dem Stäbchen aber bei seinen Bewegungen überall hinfolgen; ein kurzes Fädchen, welches sich durch seine Feinheit dem Auge entzieht, muß hier Stab und Knöpfchen verbinden. Ich kann nicht mit Bestimmtheit angeben, ob jener Faden und dies Knöpfchen immer an demselben Ende und ob sie am äußeren oder inneren Ende des Stäbchens liegen, ob sie wesentlich und während des Lebens vorhanden oder durch eine Verletzung nach dem Tode entstanden sind. Bei der Zerreißung der Stäbchen können, wie eben erwähnt wurde, solche Formen am Bruchende sich bilden, allein die Stäbchen, welche Kügelchen oder Fäden tragen, sind eben so lang als die übrigen; sie müßten also Fragmente noch längerer Stäbchen seyn; wenn aber auch bei den Fröschen nicht selten Stäbe vorkommen, welche doppelt so lang sind als die gewöhnlichen, so habe ich dies doch bei Säugethieren nie gesehen. Eine Vergleichung mit dem Auge niederer Wirbelthiere könnte dafür sprechen, daß Faden und Knöpfchen am hinteren Ende der Stäbchen sich befinden. Bei den Fröschen und noch häufiger bei den Fischen spitzt sich nämlich ein Ende des Stäb-

chens konisch zu und geht in einen blassen, feinen Faden über, der eben so lang wie das Stäbchen, meistens durch einen queren Strich von diesem getrennt ist und sich durch Wasser in ein breites Kügelchen verwandelt. Hier ist es offenbar das hintere, der Choroidea zugewandte Ende des Stäbchens, welches sich in dem Faden fortsetzt; dieser soll, wie Hannover[1] angiebt, in einer eigenthümlichen Pigmentscheide stecken. Eine solche Scheide existirt aber bei den Säugethieren nicht, auch ist der körnige Faden bei diesen von der glatten Verlängerung des Stäbchens bei Fischen und Fröschen sehr verschieden, und gerade bei den zur Retina gehörigen Gebilden scheinen so viel Verschiedenheiten in der Thierwelt vorzukommen, daß Schlüsse von einer Classe auf die andere mißlich sind.

Von den Stäben der Retina unterscheidet Hannover[2] die Zwillingzapfen, welche mit den Stäben in einer Reihe stehen, so zwar, daß 4—6 Stäbe zwischen je zwei Zwillingzapfen sich befinden und jeder Zwillingzapfen von 2—3 Kreisen von Stäben umgeben sey. Die Zwillingzapfen seyen dadurch unterschieden, daß das nach außen, gegen die Choroidea kehrende Ende in zwei sehr kurze, abgestumpfte Spitzen ausgehe. Ihre Oberfläche werde nicht körnig, sondern bleibe glatt, sie werden durch äußere Einflüsse breiter, sinken zusammen und erscheinen als helle, durchsichtige Kugeln; wenn nur die Hälfte des Zwillingzapfens zusammensinke, so bilde er die Form einer Flasche. Sie seyen etwas kürzer als die Stäbe, daher in der Stäbchenschicht, wenn man sie von der Fläche betrachtet, in bestimmten Zwischenräumen kleine nebelige Flecken erscheinen, welche erst beim Hinunterschrauben des Mikroskops in den Focus treten. Diese regelmäßigen trüben Flecken hat schon Mondini bemerkt[3] und für Löcher gehalten, in welchen die Pigmentkügelchen liegen. Dann hat sie Valentin[4] gesehen und damit erklärt, daß die Stäbchen oder Wärzchen, wie er sie nennt, nicht alle in gleicher Höhe liegen und bei gewisser Stellung des Mikroskops nur die Endflächen der am höchsten gestellten sichtbar seyen. Auch mir sind solche Lücken öfters, wenn auch nicht constant, vorgekommen, von der Existenz der Zwillingzapfen habe ich mich aber bei Säugethieren

1 Müll. Arch 1840. S. 323.

2 S. 338.

3 Comment. Bonon. VII. 1791. p. 29.

4 Repert. 1837. S. 249. Fig. 4.

weder an den isolirten Elementen der Stäbchenschicht, noch an Profilansichten derselben überzeugen können, so leicht die entsprechenden Gebilde bei Fischen zu sehen sind.

Ich habe die Stäbchenschicht als die äußerste Lage der Retina bezeichnet. Es scheint mir noch zweifelhaft, ob ein Stratum von Kügelchen, welches oft außen auf derselben liegt, zur Retina oder nicht vielmehr zum Pigment zu rechnen sey. Bei den weißen Kaninchen finden sich auf den blassen, sechsseitigen Zellen, welche die Stelle des Pigmentes vertreten, kleine, vollkommen runde, glänzende Kügelchen vom Ansehen kleiner Fett- oder Milchkügelchen in ziemlich regelmäßigen Abständen; sie haben größtentheils einen Durchmesser von etwa 0,0024‴, doch kommen auch kleinere, selten größere vor; ihre Entfernung von einander beträgt etwa 2—4mal den Durchmesser eines Kügelchens. Wenn man die Choroidea so faltet, daß ihre vordere Fläche den Rand bildet, so sieht man die Kügelchen über den Rand hervorragen. Ihrer Lage nach scheinen sie den Kernen der Pigmentzellen zu entsprechen, denn auch diese liegen bei den Thieren mit dunkeln Pigmente in der vorderen Wand der Pigmentzelle und ragen halbkugelförmig über dieselbe hervor. Auch gehört meistens jeder Zelle ein Kügelchen an; doch kommen auch einzelne zwischen den Zellen vor, vielleicht Anfänge neuer Bildungen. Oft bleiben beim Abziehen der Retina die Zellen mit den Kügelchen und selbst die Kügelchen allein stellenweise auf der Stäbchenschicht sitzen. Bei den Vögeln giebt es in viel größerer Menge bunte, rothe und gelbe Kügelchen von übrigens ähnlicher Form und Beschaffenheit, die aber nur selten an der Choroidea, in der Regel an der Retina hängen bleiben und derselben die gelbröthliche Farbe ertheilen. Ich werde darauf später noch einmal zurückkommen.

Auf die Stäbchenschicht folgt nach innen, gegen den Glaskörper, die oben beschriebene Ausbreitung der Nervenfasern und eine Schicht von Kugeln oder Scheiben, über deren Form und Anordnung verschiedene Ansichten ausgesprochen wurden. Nach Valentin[1] folgen der Nervenausbreitung zunächst und zwar nach innen auf derselben weißliche, runde, körnige Kugeln flächenartig nebeneinander gelagert, welche, einzeln betrachtet, aus einer äußeren, durchsichtigen Hülle, einem körnigen Contentum, einem hellen, bläschenartigen Nucleus und einem in diesem eingeschlossenen, einfachen

1 Repert. 1837. S. 251. Fig. 7.

Körperchen bestehen. Valentin hält sie für identisch mit den Ganglienkugeln, von welchen sie sich nur durch ihre Kleinheit unterscheiden. Ihr mittlerer Durchmesser beträgt beim Menschen 0,006'''. Auf die Ganglienkugelschicht, welche auch die Maschen zwischen den Nervenfasern ausfülle, folge eine Schicht von Körnchen, welche in Gestalt und Größe den Blutkörperchen gleichen; sie sind im Mittel 0,0036''' breit, bei schwacher Vergrößerung ganz rund, bei einer Vergrößerung von 300 Durchmessern schon eckig, gelblich gefärbt, mit einem dichteren, kernartigen Theile in der Mitte. Sie liegen dicht beisammen, seyen nicht unmittelbar aneinander und nur lose an die Ganglienkugelschicht befestigt. Beim Frosche beschrieb ich früher an der Innenfläche der stabförmigen Körper (ich hatte die Ausbreitung des Opticus übersehen) eine Schicht kleiner, den Oeltröpfchen ähnlicher Kügelchen, deren jedes von einer ganz runden, wasserhellen Zelle umgeben sey, welche erst an den isolirten Kügelchen sichtbar werde[1]. Hannover[2] giebt an, daß sowohl auf der inneren, als auf der äußeren Fläche der Ausstrahlung des Opticus Kugeln liegen, von verschiedener Größe und besonders in den größeren mit einem ziemlich großen Kerne und deutlichen Kernkörperchen versehen. Sie sehen aus wie klare Blasen mit einer hellen Flüssigkeit und liegen dicht aneinander gedrängt. Sie zerfließen schnell und dann sey die innere und äußere Ausstrahlung des Opticus wie von einer öligen Schicht bedeckt. Während Valentin mehrmaliges Auftröpfeln von Wasser empfiehlt, um die Schicht der Ganglienkugeln deutlicher zu machen, behauptet Hannover, daß sie in Wasser gänzlich zerfließen und schwinden.

Ich habe die von Valentin beschriebenen kugelförmigen Körperchen, sowohl die größeren, als die kleineren und beide an der Innenfläche der Ausstrahlung des Sehnerven und in den Maschen seiner Plexus gesehen, konnte mich aber nicht davon überzeugen, daß beide verschiedenen Schichten angehören. An den Schnitträndern des Präparates, welches man auf einem Stück Glaskörper und ohne Druck betrachten muß, und an Stellen, wo die Stäbchen abgenommen und die Fasern auseinandergewichen sind, sieht man hellere und dunklere platte Körnchen von 0,003—0,004''' haufenweise übereinander (Fig. 4, A), man unterscheidet sogleich dunklere,

[1] Schmidt's Jahrb. 1838. Nr. IX. S. 338.

[2] a. a. O. S. 340.

mit glatten Rändern, von regelmäßigerer Form und constanterer Größe, und hellere, gelbliche, körnige, mehr eckige. Beide Arten haben einen centralen Fleck, der mir aber in den dunkeln optisch und kein Nucleus zu seyn scheint. Vielmehr sind diese Körperchen selbst Kerne in verschiedenen Entwickelungsstadien, einzelne sind von einer blassen Zelle genau umgeben, andere liegen in der Wand größerer Zellen, die ebenfalls blaß und schwach körnig sind (Fig. 4, B).

Wie überall, wird auch durch Wasser die Zelle größer und der Kern deutlicher, durch Essigsäure wird er an vielen kleinen Zellen sichtbar, wo er vorher nicht zu sehen war; längere Zeit mit Wasser in Berührung, wird die Zelle unförmlich, wie es scheint durch Platzen und Entleerung des Inhaltes. Die kleineren Kügelchen Valentin's wären demnach nur Kerne seiner Ganglienkugeln oder kleinere Ganglienkugeln; dafür spricht auch, daß sie seiner Beobachtung zufolge nicht unmittelbar aneinander liegen. Die Zelle um den Kern ist, wie gesagt, nicht sichtbar, so lange die Kügelchen in situ sind.

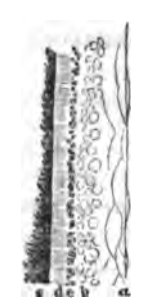
Ich habe schon früher davor gewarnt[1], daß man nicht die umgerollten Stäbchen der Retina mit ursprünglichen Kügelchen verwechsele, wobei ich allerdings in den entgegengesetzten Fehler verfiel, alle Kügelchen für umgerollte Stäbchen zu erklären. Hier muß ich noch auf eine andere Quelle der Täuschung aufmerksam machen, der man auch an frischen und ohne Wasser behandelten Augen ausgesetzt ist.

Das Mark tritt nämlich alsbald nach dem Tode aus den Nervenröhren der Retina hervor und sammelt sich um diese, wenn zum Befeuchten nichts Anderes als der Humor vitreus angewandt worden, in Form größerer und kleinerer, etwas gelblicher und blasser, anscheinend sehr dünnwandiger Bläschen, die im Wasser augenblicklich schwinden, weil dasselbe die Eiweißschicht um die fettartigen Tröpfchen auflöst. Beim Vertrocknen des Präparates werden dagegen diese Pseudokügelchen immer deutlicher und dunkler, sie nehmen dann auch eckige Formen an und werden den Tropfen ähnlich, die entstehen, wenn man mit einem ölgetränkten Faden über ein Glas oder mit Wasser über eine fette Fläche streicht. Adhärirt ein solcher Tropfen mit einem oder mehreren Punkten an festeren Theilen, liegt er z. B. zwischen zwei Nervenbündeln und ziehen

1 Müll. Arch. 1839. S. 170.

diese sich beim Antrocknen zurück, so sieht man allmählig den Tropfen in Spitzen und endlich in Fäden sich ausziehen, die bei einem gewissen Grade der Feinheit von den Nervenfasern nicht zu unterscheiden wären, wenn man nicht den ganzen Proceß ihrer Entstehung verfolgt hätte.

Sind nun die wahren Kugeln oder Zellen der Retina den Ganglienkugeln identisch, und somit für wesentliche Theile der Nervenausbreitung zu halten? Dies scheint mir sehr zweifelhaft. Mit den Ganglienkugeln haben sie nur diejenigen Charaktere gemein, welche allen thierischen Zellen zukommen, sie sind aber in Form, Größe und chemischem Verhalten von denselben sehr verschieden; viel ähnlicher sind sie den Zellen der äußeren Schichten der Krystalllinse und dies brachte mich auf die Vermuthung, ob sie nicht vielmehr zu den durchsichtigen Theilen des Auges gehören, eine Art Epithelium und Rete Malpighii als Ueberzug der Nervenfasern und zugleich als Stütze für ihre Entfaltung. Diese Ansicht wird Jedem plausibel erscheinen, der aus dem Auge eines größeren Säugethieres ein Stück Retina, isolirt oder mit anhängendem Glaskörper so faltet, daß ihre innere Fläche den Rand bildet, und diesen Rand mit dem Mikroskop betrachtet. Die Stäbchenschicht (d) zeigt sich hier als eine dunkle Masse, zunächst über dem schwarzen Pigmente (e), in welcher nur stellenweise eine senkrecht auf dem Rande stehende feine Streifung erkennbar ist. Zwischen der Grenze der Stäbchen und dem freien Rande ist ein heller Raum von etwa 0,010‴ Breite (im Kalbsauge); die äußerste, dem freien Rande zunächst gelegene Hälfte (a) scheint ganz structurlos, weiter gegen die Stäbchen hin erscheinen Kügelchen (b) und darunter dunkle Körner und



undeutliche Streifen, ebenfalls senkrecht auf den Rand (c), die scheinbaren Durchschnitte der umgebogenen Nervenfasern und kurze Strecken der Fasern selbst. Längs dem freien Rande und denselben überragend liegen zuweilen von Strecke zu Strecke ganz platte und in die Länge gezogene Zellenkerne. Befeuchtet man das Präparat mit Essigsäure, so werden häufig, jedoch nicht immer dicht am Rande demselben parallele feine Linien und über die ganze Fläche, wenn sie in den Focus gebracht wird, ein Netzwerk ähnlicher Linien sichtbar. Es kommen Stellen vor, die durchaus an das Ansehen einer zusammengefalteten Schleimhaut mit ihrem Epithelium erinnern.

Hieraus folgt, daß die innerste Lage der Retina, wodurch sie sich gegen den Glaskörper abgrenzt, gleich den Oberhäuten aus großen und abgeplatteten Zellen gebildet wird[1], welche zuletzt zu einer einfachen Membran verschmelzen; eine ähnliche Oberhaut kommt, wie oben erwähnt wurde, über der Ausstrahlung des Acusticus in den Ampullen und im Labyrinthe vor. Wir werden uns nicht wundern, jüngeren, d. i. kleineren und rundlichen Zellen, sowie isolirten Zellenkernen in einer tieferen Lage, sowohl zunächst um die Nervenzweige des Opticus, als des Acusticus zu begegnen.

Die Blutgefäße der Retina verlaufen an der vorderen Fläche der Nervenschicht, zwischen den kleineren Zellen, welche diese zunächst bedecken. Sie bleiben, wenn Stäbchen und Nervenmark nach dem Tode als eine breiige Substanz (Markblatt) abgelöst werden, auf der festen Oberhaut der Retina sitzen; diese stellt alsdann das sogenannte Gefäßblatt der Retina dar.

Man weiß, wie sehr von jeher die Meinungen über das vordere Ende der Retina getheilt waren, indem ein Theil der Anatomen sie am Rande der Zonula enden läßt, ein anderer die Fortsetzung derselben über das Corpus ciliare und somit eine Pars ciliaris retinae annimmt. Die Stimmen früherer Beobachter haben Schneider[2]

[1] Ohne Zweifel sind diese Zellen identisch mit denjenigen, welche Hannover (a. a. O. S. 340) als Zellen der Hyaloidea beschreibt, sie folgen aber, sobald das Auge so weit macerirt ist, daß Retina und Glaskörper sich leicht trennen, niemals dem Glaskörper. So fand es auch Gottsche (Pfaff's Mittheilungen. 1836. Hft. 1. 2. S. 55) und nennt die structurlose, derbe Lamelle, welche die Nervenausbreitung trägt, eigentliche Retina. Michaelis (a. a. O.) beschreibt sie als seröse Schicht der Retina. Im Widerspruche mit meinen Angaben behauptet Bidder, obgleich er sich meiner Ansicht von der Bedeutung der erwähnten Zellen anschließt, daß sie leichter dem Glaskörper, als der Retina folgen (Müll. Arch. 1841. S. 258). Er will aber außer dieser Zellenschicht dennoch eine Schicht von Ganglienkugeln und zwar auf der äußeren, der Jacob'schen Haut zugewandten Seite der Retina gefunden haben. Gesetzt, es kämen hier Zellen vor, was ich bezweifeln muß, so ist der Beweis, daß es Ganglienkugeln seyen, nicht geführt. Zellen mit einem runden centralen Kerne, die überaus zerstörbar sind, können noch vieles Andere seyn, als Ganglienkugeln, ja sie gleichen nicht einmal in der Hauptsache den Ganglienkugeln, da diese so gar leicht zerstörbar nicht sind. Bidder führt auch das Verhalten gegen Essigsäure als Beweis an, allein er sagt nicht, wie sie sich dagegen verhalten.

[2] Das Ende d. Nervenhaut. München, 1827. 4.

und Langenbeck[1] gesammelt und sich selbst für die letztere Ansicht entschieden, welcher seitdem auch Krause[2] und Valentin[3] beigetreten sind. Vom physiologischen Standpunkte wurden dagegen Widersprüche erhoben. Aus den hier und bei der Beschreibung der Zonula mitgetheilten Thatsachen läßt sich diese Controverse leicht schlichten. Daß eine Schicht von Zellenkernen und Zellen, sowie ein structurloses Epithelium die Ciliarfortsätze überzieht und sich über die Zonula gegen die Linsenkapsel hin erstreckt, wurde früher angegeben. Höchst wahrscheinlich ist diese Schicht eine Fortsetzung der Körnchenschicht der Retina und man kann darin einen neuen Beweis sehen, daß die Körnchen der Retina nicht zu den Nervengebilden derselben gehören. Die eigentlichen Nervenröhren hat ohnehin Niemand bis zur Zonula verfolgen können[4] und die Stäbchen enden ebenfalls noch ehe die Retina das Corpus ciliare erreicht.

Im menschlichen Auge kommt eine eigenthümliche Bildung vor, eine Verdünnung und gelbe Färbung des centralen Theiles der Netzhaut, also gerade derjenigen Stelle, welche die stärkste und klarste Lichtempfindung hat. Um so mehr ist es zu bedauern, daß der Grund dieser Bildung bei der Schwierigkeit, menschliche Augen frisch zu erhalten, noch so wenig gekannt ist. Das Foramen centrale wird von Vielen für einen Riß der Retina an der dünnsten Stelle gehalten; Huschke[5] und Langenbeck[6] geben an, daß bei mikroskopischer Betrachtung das Loch nie scharfe Ränder zeige, sondern daß die Ränder in unregelmäßigen Stückchen über dasselbe hereinhängen; Huschke nimmt an, daß sämmtliche Schichten der Retina, nur dünner, über die Stelle weggehen. In frischen Augen entstehe der Schein einer Oeffnung dadurch, daß die gelben Nervenkügelchen der Macula lutea sich zerstreuter und entfernter von ein-

1 De retina. p. 26.

2 Anat. I, 416.

3 Repert. 1837. S. 254.

4 Ich habe früher gezeigt, daß die Fasern, welche man für Nerven ansprach, nicht Nervenröhren, sondern der Zonula eigenthümliche Fasern sind. Zu den dort angeführten Beobachtern, welche sich dieser Fasern wegen für die Fortsetzung der Retina bis zum Linsenrande aussprachen, gehört noch Bidder (Müll. Arch. 1841. S. 254).

5 v. Ammon's Zeitsch. III, 17.

6 De retina. p. 12.

ander über die dünne Stelle fortsetzen. Arnold[1] findet die Ränder auch mit bewaffnetem Auge glatt, doch sey es nicht immer eine Oeffnung, sondern oft, besonders im Alter, nur eine dünnere, marklose Stelle. Dalrymple[2] hatte Gelegenheit, ein menschliches Auge sehr bald nach dem Tode zu untersuchen. Er fand keine Plica centralis und statt des Foramen centrale eine kleine, becherförmige Vertiefung mit erhabenem Rande. Langenbeck[3] findet die Markkügelchen gefärbt, die Nervenfasern unverändert über das Foramen centrale ausgebreitet; auch Gottsche sagt[4], daß die Nerven am runden Loche eben so dicht seyen, wie an anderen Stellen, ihm scheint dagegen die derbe Haut, das Epithelium, zu fehlen. Nach Valentin[5] beruht die Farbe der Macula lutea in der Körnerschicht, doch seyen nur die Körnchen (Cytoblasten?), nicht die Grundmasse (Zellen?) gefärbt. An dem Foramen centrale fehle nur die Körnchenschicht, während die übrigen Theile der Retina unversehrt bleiben. Uebrigens ist das Foramen centrale nach Michaelis und Valentin eine schon von der Peripherie des gelben Fleckes an, nach dem Centrum desselben verlaufende Furche, die nur um so tiefer wird, je mehr sie sich dem Centrum nähert, und dort mit einem abgerundeten, kolbigen Ende aufhört. Die Anordnung der Fasern, wie Michaelis sie beschreibt, habe ich schon oben mitgetheilt. Von der Stäbchenschicht berichtet er[6], daß sie sich am Foramen centrale zu einer einfachen Körnerschicht verdünne. Im Widerspruche mit den genannten Beobachtern behauptet Burow[7], daß die Stelle des gelben Fleckes sich über die Oberfläche der Netzhaut kegelförmig erhebe. Seine mikroskopische Untersuchung ist ohne Werth, da er die neueren Untersuchungen über die mikroskopischen Elemente der Retina vernachlässigt hat. Es soll die Macula lutea aus Körperchen bestehen, die nach der Mitte hin kleiner werden und hier etwa nur ¼—⅕ der Größe von den Markkörperchen der übrigen Fläche der Netzhaut haben. An der Peripherie sollen sie

1 Auge des Menschen. S. 89.

2 *The anatomy of the human eye. Lond. 1834. p. 293.*

3 a. a. O. p. 12.

4 Pfaff's Mittheilg. 1836. Hft. 1. 2. S. 58.

5 Repert. 1837. S. 255.

6 Müll. Arch. 1837. S. XIII.

7 Ebendas. 1840. S. 38.

größer, zugleich in den Umrissen undeutlicher werden und sich allmählig an die Markkügelchen der übrigen Netzhaut anreihen. Sollten nicht in der gelben Stelle der menschlichen Netzhaut ähnliche Kügelchen liegen, wie die, welche der Netzhaut der Vögel die gelbe Farbe ertheilen? Diese befinden sich an der äußeren Fläche der Jacob'schen Haut und in der That finde ich die gelbe Farbe der Macula lutea außen gesättigter, als an der inneren Fläche.

Von der Plica centralis führt Huschke an[1], daß sich die Jacob'sche Haut, worunter er die Stäbchenschicht versteht, mit in die Falte hinein begebe.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven muß die Stäbchenschicht unterbrochen seyn; die Körnchenschicht endet nach Valentin an deren aufgewulstetem Rande, die Lage der größeren Zellen soll über dieselbe sich fortsetzen.

In den Nervenwurzeln sind die Primitivröhren eben so beschaffen, wie in den Stämmen, nur daß in den hinteren Wurzeln die feineren, in den vorderen Wurzeln die stärkeren Röhren vorherrschen. Müller und Ehrenberg[2], Valentin[3] und Lersch[4] haben keinen Unterschied zwischen den Röhren der hinteren und vorderen Wurzeln gefunden. Emmert[5] dagegen schreibt den vorderen Wurzeln dickere Primitivfasern zu und ich stimme ihm bei, mit der Bemerkung, daß, bei der großen Schwankung des Durchmessers der primitiven Röhren überhaupt, der Unterschied nicht durch einzelne, zufällig gewählte Messungen gefunden wird. Er stellt sich aber deutlich dadurch heraus, daß die Mehrzahl der Röhren in den hinteren Wurzeln feiner ist, als in den vorderen, ferner daß die dicksten Röhren der vorderen Wurzeln stärker sind, als die dicksten Röhren der hinteren Wurzeln, und endlich die Zahl der feinsten Röhren in den hinteren Wurzeln viel größer ist, als in den vorderen, daher es auch kommt, daß unter Umständen, wo sich Varikositäten bilden, mehr variköse Fasern in den hinteren Wurzeln sich zeigen, als in den vorderen.

---

1 a. a. O. und ebendas. IV, 285.
2 Müll. Arch. 1834. S. 36.
3 Verlauf und Enden der Nerven. S. 50.
4 De retinae structura. p. 7.
5 Endigungsweise der Nerven. S. 9.

In den Centralorganen kommen Primitivröhren vor, welche von denen der Nerven nicht wesentlich verschieden scheinen. Daß sie eine Scheide haben, ist an den stärkeren eben so leicht und an den feineren eben so schwer zu sehen. Man hat sie meist geleugnet, weil man irrigerweise daraus erklären zu müssen glaubte, warum in den Centralorganen sich die Reizung eines Nerven so leicht den anderen mittheilt. Sind die Röhren stark, so gerinnen sie gleich den stärkeren Röhren der peripherischen Nerven von der Peripherie gegen die Axe hin, entweder vollständig oder mit Ausnahme eines centralen Theiles, welcher dem Axencylinder entspricht; sind sie dünn, so bilden sie leicht Varikositäten; die Gerinnung ist dann weniger deutlich, sie tritt zugleich mit einer vollständigen Formumwandlung der Nervenröhren ein, wodurch sie in einzelne Kügelchen zerfallen; diese Kügelchen sind unregelmäßig, die größeren haben einen doppelten dunkeln Rand und ein klares Innere, die kleineren sehen ganz dunkel und körnig aus. In dem Maaße, als das Mark leichter ausfließt, kommen auch größere unregelmäßige Tropfen und Inseln zwischen anscheinend unveränderten Röhren vor, welche sich alsdann, je nach der Form der Lücken, in stärkere und schwächere, kolbige oder ästige Fäden ziehen. Die weiße oder Marksubstanz des Rückenmarkes oder Gehirnes besteht, abgesehen von den nicht zahlreichen Blutgefäßen, ganz aus Fascikeln solcher Röhren, welche im Allgemeinen vom unteren Theile des Rückenmarkes gegen das Gehirn an Stärke abzunehmen scheinen. Nach Valentin[1] finden sich die dünnsten ohne Unterschied an allen Stellen des Gehirnes und Rückenmarkes, die mittleren an den meisten Punkten, die dicksten am unteren Theile des Rückenmarkes. Je dicker hier die Röhren seyen, um so mehr prävalire die Zahl der dickeren Röhren überhaupt, während nach dem verlängerten Marke hin die dünneren Röhren vorherrschen. Im Rückenmarke des Frosches fand dagegen Volkmann[2] die Fasern über dem Plexus brachialis dicker, als unterhalb des Plexus ischiadicus.

Der Verlauf der Röhren in der Marksubstanz ist fast leichter durch die anatomische Präparation an erhärtetem Gehirne und Rückenmarke auszumachen, als durch die Zergliederung mittelst des Mikroskops. Jene lehrt, daß die Fasern in Bündeln oder Strängen

[1] Müll. Arch. 1834. S. 402.

[2] Müll. Arch. 1838. S. 279.

liegen, welche theils von den Nerven aus sich fortsetzen und parallel der Längenaxe weiter laufen, theils Commissuren bildend aus der einen seitlichen Hälfte ununterbrochen in die andere übertreten; sie lehrt uns Verflechtungen, Kreuzungen und Ausstrahlungen der Stränge kennen, wobei diese die graue, eigenthümliche Substanz der Centralorgane entweder durchsetzen oder in ihre Maschen aufnehmen. Die mikroskopische Untersuchung hat zum Theil diese Thatsachen nur bestätigt; was ihr allein zu thun bleibt, ist das Verhalten der Fasern innerhalb der Stränge und ihre Endigung an denjenigen Stellen zu erforschen, wo sie in die graue Substanz sich ausbreiten, vereinzeln und dadurch dem unbewaffneten Auge entziehen.

Der directe Uebergang der stärkeren und feineren Nervenröhren in die Röhren des Gehirnes und Rückenmarkes, wobei jeder peripherischen Nervenfaser eine Nervenfaser der Centralorgane entspricht, ist durch Ehrenberg [1], Treviranus [2] und Valentin [3] außer Zweifel gesetzt. Ob andere Fasern, als solche, welche in die Nerven sich fortsetzen, in den Centralorganen vorkommen, ist schwer zu entscheiden, indeß versichert Valentin [4], nie weder Anfänge noch Enden von Nervenfasern in der weißen Substanz wahrgenommen zu haben. Im Endfaden des Rückenmarkes giebt es nur am oberen cylindrischen Theile noch Nervenröhren, welche alle in Seitenzweige abzugehen scheinen [5]. Im Rückenmarke gehen die Fasern von den Nervenwurzeln an erst einwärts und dann der Länge nach aufwärts, E. H. Weber [6], Bellingeri [7] und Remak [8] verfolgten sie bis zur centralen grauen Substanz des Rückenmarkes, nach Valentin [9] umspinnen sie hier die Kugeln der grauen Substanz und setzen dann ihren Weg zum Gehirne aufwärts fort. Dies bestätigt Pappenheim [10]. Im Gehirne steigen die Nervenröhren,

1 Poggend. Ann. XXVIII, 455.
2 Beitr. II, 29.
3 Verlauf und Enden. S. 37.
4 Ebendas. S. 97.
5 Remak, Obs. p. 18.
6 Hildebr. Anat. III, 374.
7 De medulla spinali. p. 49.
8 Observ. p. 19.
9 a. a. O. S. 131.
10 Verdauung. S. 121.

allmählig feiner werdend, von der Basis zur Decke auf[1]. An einigen Stellen wurde auch außerhalb der Commissuren der Uebergang einzelner Fasern oder Faserbündel von einer Seitenhälfte zur anderen beobachtet. E. H. Weber[2] fand bei Kaninchen, daß auf dem vorderen Markfegel die Bündelchen der Wurzeln beider Nervi trochleares in einander übergehen, manche auch deutlich auf die entgegengesetzte Seite gelangen. Im hinteren Markfegel des Menschen findet nach Valentin[3] eine Kreuzung der von beiden Seiten kommenden Faserbündel statt.

Im Allgemeinen haben die Röhren in den Strängen eine parallele Richtung; an möglichst feinen Schnitten von frischer, getrockneter oder erhärteter Marksubstanz sieht man eine denselben entsprechende, feine Streifung. Es scheint aber, als seyen die Röhren, auch noch innerhalb der Stränge und selbst in der anscheinend gleichartigen Marksubstanz der Hemisphären in feinere und feinere, mikroskopische Fascikel oder secundäre Bündel zusammengefaßt, denn in regelmäßigen Abständen kommt nach einer gewissen Zahl feiner Streifen ein stärkerer und dunklerer vor, wodurch ein Anschein entsteht ungefähr wie an dem Durchschnitte der Cornea Taf. II. Fig. 1. Leeuwenhoek hat einen solchen Durchschnitt aus getrocknetem Gehirne abgebildet[4], wo die mikroskopischen Fascikel senkrecht gegen die Hirnoberfläche stehen; die einzelnen Bündel sind dort nicht der Länge nach, sondern quer gestreift, gleich Atlasbändern, wie sie in der That an getrockneter Hirnsubstanz erscheinen. Dieselben Fascikel zeigt die Abbildung von Bauer[5], welche einen Durchschnitt des menschlichen Gehirnes, 25mal vergrößert, darstellt. Aehnliche Präparate habe ich aus frischen Gehirnen erhalten, wenn ich unmittelbar nach dem Tode des Thieres nicht zu feine Schichten mit einem scharfen Messer abschnitt und mit Eiweiß oder einem Stück Glaskörper bedeckt unter das Mikroskop brachte. An feineren oder durch Druck mittelst des Compressoriums ausgebreiteten Schnitten beobachtete Valentin[6], daß die Faserbündel auch in den

1 Ehrenberg, a. a. O. S. 452.
2 Treviranus, Beitr. III, 100.
3 a. a. O. S. 93.
4 Opp. T. II. Tab. ad p. 322. Fig. 7.
5 *Philos. transact. 1824. P. I. Pl. I. fig. 2.*
6 a. a. O. S. 92.

Centralorganen Plexus bilden, wie in der Nähe der peripherischen Enden. Er empfiehlt zu dieser Untersuchung Theile, welche schon dem bloßen Auge deutliche Faserung darbieten und zu dünnen, leicht trennbaren Lamellen gebildet sind, namentlich das vordere und hintere Marksegel des Menschen, die Ausstrahlung der Fasern an der inneren Oberfläche der Seitenventrikel, u. a. Von anderen Stellen kann man sich mittelst eines zweischneidigen oder Doppelmessers feine Blättchen verschaffen. Valentin fand nirgends, weder in dem Rückenmarke, noch im Innern des Gehirnes freie Enden oder Bifurcationen oder Uebergänge der Fasern ineinander. Wo graue Substanz im Innern der Markstränge liegt, werden die kugeligen Elemente der ersteren von den Fasern der letzteren eben so umsponnen, wie in den Ganglien die Ganglienkugeln von den peripherischen Nervenröhren. Nur an der Oberfläche der Hemisphären des großen und kleinen Gehirnes, wo die graue und weiße Substanz aneinander grenzen, sah er die feinsten Fasern schlingenförmig ineinander übergehen eben so, wie an der peripherischen Ausbreitung der Nerven. Valentin hat diese centralen Endumbiegungsschlingen in dem Pferde und der Taube gesehen und aus der letzteren abgebildet [1]. Bis jetzt ist diese wichtige Beobachtung allein von Carus [2] bestätigt worden. Burdach [3] hat keine Endumbiegungsschlingen gesehen, hält aber die Untersuchung des Verlaufes der organischen Elemente des Gehirnes für so schwierig, daß er seine nur beiläufigen Beobachtungen denen Valentin's nicht entgegenstellen will. So sehr ich wünschte, in dieser Angelegenheit auch ein Votum geben zu können, so darf ich mich nach einer geringen Zahl von Untersuchungen nicht anders, wie Burdach, ausdrücken. Remak [4] sah zwar öfters weite Bogen von Primitivfasern an den angegebenen Stellen, und glaubt, daß es ähnliche waren, welche Valentin zur Annahme centraler Umbiegungsschlingen bestimmten, er bemerkte aber auch Bogen, die gegen die Oberfläche des Gehirnes hin geöffnet waren, und wendet ein, daß wellenförmig längs der Oberfläche verlaufende Fasern, in kurzen Strecken ihres Verlaufes isolirt, wohl auch den Anschein von Endumbiegungsschlingen ge-

1 a. a. O. Taf. VII. Fig. 59.

2 Müll. Arch. 1839. S. 368.

3 Beitr. S. 24.

4 Observ. p. 21.

währen konnten. Bei diesen Einwürfen ist indeß nicht zu übersehen, daß Remak den Ursprung der Nervenfasern von Ganglienkugeln, welchen er in den Ganglien dargestellt zu haben meint, auch im Gehirne zu finden erwartete.

Die graue Substanz (Substantia spongiosa Rolando), welche theils an der Oberfläche, theils im Innern von Strängen und Knoten der weißen Substanz sich findet, kommt in verschiedenen Nuancen der Färbung und mikroskopischen Zusammensetzung vor. Die Rindensubstanz des großen Gehirnes enthält, der Pia mater zunächst, in den Maschen eines engen und sehr feinen Capillarnetzes eine weiche und auf den ersten Anblick sehr feinkörnige Substanz (Taf. V. Fig. 5. e), deren Körnchen denjenigen, welche an der Oberfläche der Ganglienkugeln erscheinen, nicht ähnlich sind. Sie klebt in sehr feinen Partikelchen an der inneren Fläche der Pia mater, und kann leicht untersucht werden, wenn man diese vorsichtig abzieht und so faltet, daß ihre innere Oberfläche den Rand bildet. An feinen oder etwas gepreßten oder mit verdünnter Essigsäure behandelten Partikelchen grauer Hirnsubstanz gewahrt man in der feinkörnigen Masse größere, helle Bläschen, die sich fast wie Oeffnungen ausnehmen (Fig. 5. d); einzelne derselben ragen aber am Rande vor oder schwimmen frei herum. Sie sind bald dicht zusammengedrängt, bald in größeren Zwischenräumen zerstreut, kugelig oder eiförmig, selten abgeplattet (c), und enthalten ein oder zwei dunklere Körnchen (a, b), die an der Wand oder auch in der Mitte liegen. Die Größe der meisten übersteigt nicht die Größe der gewöhnlichen Zellenkerne, doch kommen viele von 0,006‴ Durchmesser und darüber vor. Man mag die äußersten Schichten der grauen Substanz noch so zart behandeln und zu trennen suchen, immer erhält man unregelmäßige Klümpchen der körnigen Grundsubstanz, welche eins oder mehrere der beschriebenen Bläschen einschließen; die Trennung scheint nur eine zufällige zu seyn und ich schließe, daß die äußere Lage der Rindensubstanz aus einer homogenen körnigen Masse besteht, in welcher die Bläschen vereinzelt liegen. Weiter gegen die Marksubstanz hin beginnt aber eine Trennung, so daß gewissermaßen je eins oder zwei der Bläschen sich einen Theil des Grundgewebes zur umhüllenden Schale aneignen. Zuerst sieht man die Bläschen mit kleinen Körnchen dicht und ringsum bedeckt, so daß erst nach Behandlung mit schwacher Essigsäure die eigentliche Grenze der Bläschen und die eingeschlossenen Körperchen sichtbar werden; dann

erscheinen Zellen aus körniger Substanz, Kerne einschließend, von ziemlich constanter Größe, aber unregelmäßiger Form, endlich wohlgebildete Ganglienkugeln, ziemlich eben so groß, wie die Ganglienkugeln der Spinalganglien, und denselben in mikroskopischen und chemischen Charakteren vollkommen ähnlich, nur daß die Zellenscheide entweder nicht vorhanden oder sehr viel feiner ist. In der Rinde des Thalamus finde ich ausnahmsweise nur sehr gleichmäßig beschaffene kleine Kügelchen, den Kernen der Ganglienkugeln ähnlich, eins dicht am anderen, gegen welche die Röhren senkrecht aufsteigen. Eine solche Schicht kommt nach Purkinje [1] in der Rinde des kleinen Gehirnes, zunächst der Marksubstanz vor.

In allen centralen Anhäufungen grauer Substanz wiederholen sich dieselben Formen, nur überwiegt meist die Zahl reifer Ganglienkugeln so sehr, daß man nicht sicher seyn kann, ob die einzelnen Kerne, denen man begegnet, nicht erst durch Zerstörung von Ganglienkugeln frei geworden sind. Purkinje untersuchte die grauen Schichten der Pons Varolii, der vorderen Winkel des vierten Ventrikels, der Sehhügel und Corpora geniculata, Remak [2] die graue Substanz des Corpus striatum.

Lauth [3], Treviranus [4] und Remak [5] haben feine varicöse Fasern auch in der äußersten Rindensubstanz gesehen. Vielleicht waren es Fäden von ausgeflossener und durch die Präparation gedehnter Marksubstanz. Treviranus gesteht, daß er sie in frischen Gehirnen nicht immer gefunden habe, und mir sind sie an vorsichtig präparirten Schnitten nie zu Gesicht gekommen. Zwischen den tieferen Schichten ausgebildeter Ganglienkugeln verlaufen aber immer Primitivröhren in ziemlicher Anzahl. Nach Valentin werden die Ganglienkugeln von Schlingen derselben umfaßt und umsponnen. Diese tiefere Schicht, in welcher die Ganglienkugeln mit Röhren gemischt und die Gefäße minder zahlreich sind, ist es, welche zuweilen ihrer abstechenden Farbe wegen als eine besondere Lage unter dem Namen der gelblichen oder röthlichen Substanz unterschieden worden ist.

1 Prager Naturf.-Vers. S. 180. Fig. 18.

2 Observ. Fig. 30.

3 *l'Institut. 1834. No. 73.*

4 Beitr. II, 26.

5 a. a. O. p. 22.

An vielen Stellen sind die Ganglienkugeln der Centralorgane mit kürzeren oder längeren Fortsätzen versehen, welche sich wieder ein= oder mehrfach spalten. So in der schwarzen Substanz der Crura cerebri (Purkinje), in einer eignen grauen Schicht der gerollten Spiralplatte des Ammonshornes (Ders.). In großer Anzahl und sehr regelmäßiger Stellung die gelbe Substanz umgebend, zeigen sie sich überall in den Blättern des kleinen Gehirnes. Hier ist jedes Körperchen mit dem stumpfen, rundlichen Ende gegen die gelbe Substanz gekehrt, das andere Ende, welches die Fortsätze ausschickt, ist nach außen gerichtet; meist sind es zwei Fortsätze, welche sich in der grauen Substanz bis nahe an die äußere Peripherie erstrecken und hier verlieren (Ders.). Valentin[1] fand sie in mehreren Reihen gestellt, so daß die aufeinander folgenden Reihen abwechseln. Jedes abgerundete Ende der Körper der einen Reihe liegt nämlich mitten zwischen den schwanzförmigen Verlängerungen je zweier unmittelbar bei einander liegender Körper der unmittelbar vorhergehenden Reihe. Eine ähnliche Schicht existirt nach Purkinje in der Schale des Olivenkörpers der Medulla oblongata und im hinteren Lappen des großen Gehirnes in der Nähe der gelben Substanz, nach Valentin in der ganzen Rinde der Hemisphären des großen Gehirnes.

Von den Kugeln der schwarzen Substanz der Hirnschenkel gehen viel unregelmäßigere und häufiger gespaltene Fortsätze nach allen Seiten aus. So auch von den Kugeln der centralen grauen Substanz der Medulla oblongata (J. Müller) und des Rückenmarkes; hier sind sie nach Remak[2] ungefähr so breit, als die Primitivröhren, und bestehen aus mehreren rauhen, zuweilen etwas geschlängelt verlaufenden Fasern. Remak's Abbildungen zufolge[3] scheinen indeß auch in der gelben Substanz des kleinen Gehirnes Kugeln vorzukommen, welche Fortsätze von beiden, einander entgegengesetzten Polen ausschicken.

Was aus den Fortsätzen der Ganglienkugeln wird, ist noch nicht ausgemacht. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Enden, welche man sieht, frei in der Substanz der Centralorgane liegen, da sie von so unregelmäßiger Gestalt und Länge sind, daß man wohl

1 Verlauf und Enden. S. 103.

2 Observ. p. 17.

3 Ebendas. p. 21. Fig. 27. 31.

vermuthen muß, sie seyen durch die Präparation zerrissen. Eben so wenig kann man sie für bloße Commissuren der Kugeln halten, wie sie in den Ganglien vorkommen; dem widerspricht die Richtung der Fortsätze in der Rinde des Gehirnes, gerade nach der Seite hin, wo keine Kugeln liegen. Aus demselben Grunde widerlegt sich auch die Ansicht, die auf den ersten Blick sich aufdrängt, daß sie mit Primitivröhren zusammenhängen oder in diese übergehen.

An den Ganglienkugeln der Centralorgane kommen, wie an denen der Ganglien, Pigmente, Anhäufungen sehr kleiner, farbiger Kügelchen an gewissen Stellen der Oberfläche vor, welche einzelnen Partien des Gehirnes schon für das bloße Auge eine eigenthümliche Färbung ertheilen. Die Pigmentflecke zeigen verschiedene Nuancen des Braunen und verschiedene Verbreitung; meist lassen sie an der einen Seite oder in ihrer Mitte eine durchsichtige Stelle frei, durch welche der Kern hindurchschimmert. Sie sind dunkelbraun in den Ganglienkugeln der schwarzen Substanz der Hirnschenkel, rothbraun in den vorderen Winkeln der Hirnhöhle, noch heller in den Sehhügeln, schwach in der grauen Schicht der gerollten Spiralplatte des Ammonshornes (Purkinje).

Rolando[1] unterschied unter dem Namen der gelatinösen Substanz eine Schicht, welche die hinteren Hörner des grauen Kernes des Rückenmarkes überzieht. Nach Remak bildet eine dünne Lamelle dieser Substanz eine Commissur zwischen der hintersten weißen und der grauen Commissur des Rückenmarkes[2]. Bei mikroskopischer Betrachtung fand er darin runde und ovale, etwas abgeplattete Körperchen, zuweilen von gelbröthlicher Farbe, mit einem Kerne an der Oberfläche, und dünne Primitivröhren. Ich habe diese Körperchen an der angegebenen Stelle ebenfalls gesehen, halte sie aber für nichts Anderes, als für Zellenkerne der Arachnoidea oder Pia mater, welche bekanntlich zwischen den commissurenartigen Bündeln der weißen Substanz in den Anfang der hinteren Spalte eindringt. Die platten Zellenkerne liegen ziemlich regelmäßig in einem blassen, schwach körnigen Häutchen. Fasern, mit welchen sie hier zusammenhängen sollen[3], habe ich nicht gefunden.

Aus derselben Substantia gelatinosa bestehen nach Remak die

1 *Saggio sopra la vera struttura del cervello. Ed. 2. p. 265.*

2 Observ. p. 12.

3 Remak, a. a. O. p. 17.

Tubercula cinerea Rolando zu beiden Seiten der Spitze des Calamus scriptorius, ferner die äußere, der Oberfläche zunächst gelegene Partie der Decke, welche den kurzen Rosenthal'schen Canal in der hinteren Spitze des Calamus scriptorius überwölbt, sowie auch die in dem Endfaden des Rückenmarkes enthaltene Masse. In den Spitzen des centralen Theiles des letzteren fand Remak ein Netz feiner Fasern und in den seitlichen Aesten Fasern, seinen organischen ähnlich, beide mit vielen Körnchen bedeckt. Allerdings gleicht der größte Theil der Substanz des Endfadens den oben beschriebenen gelatinösen Fasern und auch das Fasernetz ist durch Auseinanderziehen der gelatinösen Faserbündel entstanden. Dazwischen findet sich aber auch viel vollkommenes Bindegewebe. Endlich rechnet Remak[1] zu den aus gelatinöser Substanz gebildeten Theilen eine Schicht von nicht über 1/2''' Dicke in den Hemisphären des großen Gehirnes, welche durch eine eben so starke Lage weißer Substanz von der eigentlichen Rinde getrennt ist. Gennari[2] hat sie zuerst beschrieben. Der graue Kern des Pes hippocampi ist nach Remak eine Fortsetzung derselben.

Noch ein besonderes Gewebe beschreibt Remak[3] vom Endtheile des Rückenmarkes des Ochsen, eine in ihrem äußeren Ansehen dem Glaskörper ähnliche Substanz, welche wie eine Scheide den Endfaden einhüllt und einige ganglienartige Anschwellungen zeigt. Sie besteht aus ganz gleichmäßigen, der Länge nach gestreiften Fasern, welche 2—3mal so dick sind, als die Primitivröhren, und in den genannten Anschwellungen sich vielfach verflechten.

Schließlich müssen wir der erdigen Bildungen in gewissen Hirntheilen gedenken, von denen es noch immer nicht ganz entschieden ist, ob sie normal oder pathologische Producte seyen. Valentin[4] hat den Hirnsand aus der Zirbeldrüse des Menschen untersucht und fand eine Menge einzelner Concretionen in der fein granulirten Substanz des Organes; es waren größtentheils Kugeln mit strahligen Linien auf der Oberfläche, zuweilen zu mehreren verschmolzen, so daß sie ein schon mit bloßen Augen wahrnehmbares Conglomerat bildeten. Wahrhafte Krystalle kamen nur selten vor,

1 a. a. O. p. 23.

2 De peculiari structura cerebri. p. 72.

3 a. a. O. p. 18.

4 a. a. O. S. 18.

es waren kleine quadratische Säulen, auf der Oberfläche einzelner Kugeln aufgewachsen. Auch die Sandkörnchen an dem Glomus der Seitenventrikel sind Kügelchen von 0,02 — 0,04‴ Durchmesser, aus kohlensaurem Kalk, vielleicht auch etwas phosphorsaurem Kalk und kohlensaurem Kali. van Ghert[1] beobachtete, daß nach Behandlung mit Säure ein durchsichtiges Kügelchen zurückbleibe, und Remak[2] entdeckte an demselben den röthlichen Kern mit punktförmigem Kernkörperchen. Es sind also diese Concretionen ursprünglich Zellen, vielleicht des Epitheliums, oder Ganglienkugeln, welche sich bei vorgerückterem Alter mit Kalksalzen füllen oder incrustiren.

Die Gefäße des Gehirnes und Rückenmarkes gehören zu den feinsten des Körpers, die Capillargefäße bestehen nur aus der primären Gefäßhaut. Sie bilden dichte Netze in der grauen Substanz, in der weißen sind sie sparsam vertheilt. Die Stämme, die den Centralorganen Blut zuführen und das verbrauchte wegleiten, verzweigen sich aufs Feinste in einem Bindegewebe, welches die Oberfläche der Centralorgane überzieht und Fortsetzungen ins Innere und in die Höhlen derselben schickt. Es entsteht dadurch an der Oberfläche des Gehirnes und Rückenmarkes eine feine, sehr gefäßreiche Membran, die Pia mater, ihre Fortsetzungen in die Gehirnhöhlen sind die Plexus choroidei. Die Pia mater steht zum Gehirne in demselben Verhältniß, wie das Periosteum zu den Knochen, und die Plexus choroidei kann man mit dem Knochenmarke vergleichen. Beim Gehirn wie bei den Knochen war es wichtig, daß die Continuität des Gewebes nicht durch bedeutende Canäle unterbrochen werde, dort für die Einwirkung der Primitivröhren aufeinander, hier für die Festigkeit der Substanz; beide besitzen zu dem Ende eine Hülle, auf welcher die Gefäße sich vorläufig vertheilen, um nur in feinen und feinsten Aestchen ins Innere zu dringen. Da aber von der Oberfläche aus mittelst der feinen Aeste eine hinreichende Versorgung des ganzen Organes nicht möglich ist, so haben die Centralorgane, wie die Knochen, Höhlen, in welche die Blutgefäßstämme von einzelnen Punkten aus gelangen, und wieder in den Höhlen ein Gewebe, von welchem aus sie in dünnen Aestchen eindringen und den Gefäßen, die von der Oberfläche herkommen, begegnen. Die Plexus liegen nicht frei in den Hirnhöhlen, wie

1 Disquis. de plexu choroid. p. 44.

2 a. a. O. p. 26.

man so oft behaupten hört, sondern schicken zahlreiche Blutgefäße in die Gehirnsubstanz. Doch scheint auch das Plasma, welches aus den Gefäßen der Plexus austritt, unmittelbar durch Resorption in die Marksubstanz, zur Tränkung derselben überzugehen. Lymphgefäße in der Substanz der Centralorgane sind nicht bekannt, wohl aber in den Hüllen.

Die Oberhaut der Plexus, sowie das Flimmerepithelium der Höhlen wurden schon früher beschrieben. Die Bindegewebschicht an der Oberfläche, Pia mater, ist mit einem Pflasterepithelium bekleidet, welches im Zusammenhange mit dem Epithelium an der inneren Fläche der Dura mater als ein seröser Sack, Arachnoidea, beschrieben wurde, der einerseits mit der harten, andrerseits mit der gefäßreichen Hirnhaut unzertrennlich verschmolzen sey. Auch davon war bereits in dem Abschnitte vom Bindegewebe die Rede. Es ist nur noch nachzutragen, daß das Bindegewebe der Pia mater zum Theil noch der unreifen Form angehört, welche den Uebergang zum Epithelium und zu der Form der glatten Muskelfasern bildet und aus platten, kerntragenden Fasern besteht, die nicht in Fibrillen zerfallen. Die Kerne sind überall sehr deutlich und selten in Kernfasern verlängert.

Physiologie.

Ehe ich zum eigentlichen Gegenstande dieser Untersuchung, die Kräfte der Nervensubstanz zu schildern, übergehe, ist es nöthig, aus den Erfahrungen der Physiologie und Pathologie diejenigen auszuheben, welche unsere mangelhaften anatomischen Kenntnisse vom Verlaufe der Nervenfasern in und außerhalb den Centralorganen zu vervollständigen dienen können. Die Faser, die in einem Muskel endet, veranlaßt Zuckungen desselben, an welcher Stelle ihres Verlaufes sie auch gereizt werde; Reize auf die Fasern, welche sich in der Haut und den anderen Sinnesorganen verbreiten, werden von jeder Stelle aus in der Form der specifischen Empfindungen zum Bewußtseyn gebracht, so lange die Fasern noch mit dem Organe des Bewußtseyns zusammenhängen. In Muskeln endende oder motorische Fasern veranlassen aber im gereizten Zustande keine Empfindung, sensible keine Bewegung. Durch diese Eigenschaft der Nerven wird es möglich, daß wir sie auf experimentellem Wege bis zu den centralen Enden verfolgen.

So haben wir erfahren, daß längs des ganzen Rückenmarkes die sensibeln Nerven durch die hinteren Wurzeln und die motorischen Nerven durch die vorderen Wurzeln eintreten: denn Reizung der durchschnittenen hinteren Wurzeln an dem peripherischen Schnittende bewirkt keine Bewegung, Reizung des centralen Schnittendes bewirkt Schmerz; Reizung der durchschnittenen vorderen Wurzeln am centralen Ende erregt keine Empfindung, Reizung des peripherischen Endes veranlaßt Muskelcontractionen. Nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln ist die willkürliche Bewegung, d. h. die Einwirkung der Centralorgane auf die Muskeln, nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln ist die Empfindung, d. h. die Einwirkung der sensibeln Theile auf die Centralorgane vernichtet. Die motorischen und sensibeln Nerven der Eingeweide begeben sich mit den gleichartigen Nerven des Stammes zu dem Rückenmarke [1]; ob die motorischen Nerven des Bindegewebes und der Gefäße in den vorderen oder hinteren Wurzeln liegen, ist nicht ermittelt. Es läßt sich deshalb auch noch nicht als Gesetz aussprechen, daß alle motorischen Fasern durch die vorderen Stränge austreten, wenn es auch ziemlich feststeht, daß keine sensibeln Fasern durch dieselben eintreten. Für die Gehirnnerven scheint dieser Satz nicht einmal in der Ausdehnung, wie er beim Rückenmarke gilt, durchführbar, denn abgesehen von der Schwierigkeit, der weiteren Verbreitung der Rückenmarksstränge ins Gehirn nachzugehen und die Identität gewisser Hirnfaserbündel mit den Rückenmarkssträngen festzustellen, so giebt es Gehirnnerven mit einfachen Wurzeln, welche zugleich sensible und motorische Fasern enthalten [2].

1 Valentin, Funct. nerv. p. 62.

2 Nach den neuesten Untersuchungen von Magendie *(Syst. nerveux)*, Valentin (Funct. nerv.) und Volkmann (Müll. Arch. 1840. S. 475 ff.) ist der Trigeminus der einzige Gehirnnerve, welcher in Bezug auf seine Wurzeln den Rückenmarksnerven verglichen werden kann. Der N. glossopharyngeus hat zwar auch eine starke sensible und eine feinere motorische Wurzel (Volkmann. S. 490), unterscheidet sich aber von den Rückenmarksnerven dadurch, daß beide Wurzeln an der Bildung des Ganglion Antheil haben. Die drei Sinnesnerven sind rein sensibel, der N. trochlearis, abducens und facialis sind rein motorisch, ob der N. accessorius sensible Fasern habe, ist zweifelhaft; die übrigen Hirnnerven sind gemischt. Den N. oculomotorius, welcher hauptsächlich Muskelnerve ist, fand Magendie *(II, 21)* wenig, Valentin (p. 18) sehr sensibel, der N. vagus, dessen Sensibilität vielfach constatirt ist, bewegt nach Volkmann (S. 492) den Gaumen, Schlund, die Speiseröhre und —

Ueber den weiteren Verlauf der Fasern nach deren Eintritt ins Rückenmark lehrt die anatomische Untersuchung nur, daß sie zum Gehirne aufsteigen und im verlängerten Marke von einer Seite zur anderen, vielleicht auch in der Richtung von vorn nach hinten einander kreuzen [1]. Physiologische Versuche und pathologische Fälle beweisen, daß diese Durchkreuzung der Fasern beider Seitenhälften vollkommen ist, indem Durchschneidung oder krankhafte Zerstörung einer Seite des Gehirnes über der Kreuzungsstelle des verlängerten Markes, wenn sie Lähmung der Empfindung und Bewegung bewirkt, constant an der entgegengesetzten Seite des Stammes ihre Wirkung äußert, sie beweisen ferner, daß unterhalb des verlängerten Markes ein Uebergang der Fasern von einer Seitenhälfte zur anderen nicht stattfindet, endlich, daß alle Fasern ununterbrochen in das verlängerte Mark übergehen, denn bei Reizung des verlängerten Markes ziehen sich alle vom Rückenmarke versorgten Muskeln zusammen, eine Geschwulst in demselben kann zu Krämpfen und Schmerzen in allen peripherischen Theilen Anlaß geben. Ob Fasern aus den hinteren Strängen des Rückenmarkes in die vorderen

Kehlkopf, den N. hypoglossus, den Muskelnerven der Zunge, haben sowohl Valentin (p. 59), als Volkmann (S. 518) sensibel gefunden.

1 Durch zahlreiche Versuche glaubt van Deen (*v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 71*) dies Resultat der mikroskopischen Forschung widerlegt zu haben. Er nimmt an, daß das Rückenmark beim Frosche außer den hinteren und vorderen weißen Strängen aus einer Substantia gelatinosa und spongiosa bestehe, daß jene, den hinteren Strängen zunächst gelegen, das Gefühl vermittle, die Substantia spongiosa die Bewegung bewirke, und daß demnach die entsprechenden Nerven in diese Substanzen eintreten. Die Empfindungsnerven sollen in die gelatinöse Substanz übergehen, von da die Reizung entweder nach den hinteren Strängen leiten, wodurch Gefühl entstehe, oder nach der spongiösen Substanz, wonach Reflexbewegungen erfolgen. Die vorderen Stränge sollen den Willen zur Substantia spongiosa verpflanzen, alles dies, weil Durchschneidung der hinteren Stränge das Gefühl nicht völlig lähmt, und weil Gefühl und Bewegung verloren ging, wenn die gelatinöse und spongiöse Substanz vernichtet wurden. Ohne auf eine Kritik der Versuche hier einzugehen, die fast alle sehr complicirt sind, will ich nur bemerken, daß van Deen die Grenze zwischen den Marksträngen und der grauen Substanz viel schärfer nimmt, als sie in der Natur besteht. Aus Valentin's Untersuchungen, auf welche er sich vielfach bezieht, hätte er schon erfahren können, daß die Nervenröhren sich in die graue Substanz hineinerstrecken, diese durchsetzen und die Kugeln derselben umspinnen; dieser Umstand allein erklärt die Erscheinungen, die er beobachtete.

gelangen und umgekehrt, darüber wird noch gestritten. Die Versuche van Deen's[1], welche Kürschner[2] mit geringen Modificationen wiederholt und bestätigt hat, beweisen, daß die motorischen Fasern allein in den hinteren Strängen verlaufen. Zwar erregt Reizung der vorderen Stränge Schmerz[3], aber die Empfindlichkeit derselben dauert, wie Magendie beweist, nur so lange, als die hinteren Wurzeln unversehrt sind; sie rührt also nicht her von Nerven, welche aus den hinteren Strängen nach ihrem Eintritte ins Rückenmark in vordere Stränge übertreten, sondern von Fasern, welche in den vorderen Strängen, gleichsam peripherisch entspringen und in den hinteren Strängen mit den anderen sensibeln Fasern ihren Weg ins Gehirn fortsetzen. So erklärt es sich, wie die vorderen Stränge bei Druck und Durchschneidung schmerzen und wie doch nach Durchschneidung derselben die Sensibilität der peripherischen Organe sich ungetrübt erhält, was Baker[4] und van Deen[5] gezeigt haben. Valentin[6] schließt aus Versuchen an Fröschen und Kaninchen, daß die Nervenfasern der Streckmuskeln in die hinteren Stränge übergehen, die Nerven der Beugemuskeln in den vorderen Strängen bleiben. Reizung der hinteren Stränge brachte Streckung, Reizung der vorderen Stränge Beugung, sowohl der oberen als der unteren Extremität hervor. Ging er vom Eintritte der Nerven der unteren Extremitäten weiter aufwärts, so mußten, um Streckung der letzteren zu bewirken, immer tiefere, der Axe des Rückenmarkes nähere Partien gereizt werden, und dann liefen auch Bewegungen der Flexoren mit unter. An den Stellen, wo die Nerven der Extensoren des Schenkels tief lagen, folgten auf oberflächliche Reizung Contractionen der Bauchmuskeln. An dem Querschnitte eines unmittelbar hinter dem vierten Ventrikel durchgeschnittenen Rückenmarkes bewirkte die Reizung des hinteren (beim Frosche oberen) Theiles der hinteren (oberen) Stränge Streckung der vorderen Extremitäten, die Reizung des vorderen (unteren) Theiles derselben

1 *v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. V, 151.* Schmidt's Jahrb. XXIII, 278.

2 Müll. Arch. 1841. S. 115.

3 *Magendie, Syst. nerv. II, 150.* Budge, Unters. über d. Nervensystem. S. 12.

4 Comment. ad quaest. physiol. p. 98.

5 a. a. O.

6 Funct. nerv. p. 134.

Stränge Streckung der hinteren Extremitäten, Reizung des hinteren (oberen) Theiles des vorderen (unteren) Stranges Beugung der Hinterfüße, Reizung des vorderen (unteren) Theiles des vorderen Stranges Beugung der Vorderfüße. Danach nimmt Valentin an, daß die Fasern, indem sie aufsteigen, sich zugleich der Axe nähern und daß die neu eintretenden Fasern auch immer die oberflächlichen sind [1]. Er findet es wahrscheinlich, daß die den Streckmuskelnerven entsprechenden sensibeln Fasern, d. h. die sensibeln Fasern der Rückenfläche der Extremitäten in die vorderen Stränge, die den Beugemuskelfasern entsprechenden sensibeln Nerven in die hinteren Stränge übergehen; einen experimentellen Beweis für diese Vermuthung kann ich nicht auffinden und es scheint eine bloße Hypothese, aufgestellt um die Abwechselung in den Bewegungen der Beuge- und Streckmuskeln zu erklären. Wiefern sie dazu dienlich sey, kann erst später untersucht werden. Die peristaltischen Bewegungen der Eingeweide entsprechen nach Valentin [2] den Beuge-, die antiperistaltischen den Streckbewegungen, jene sollen durch Andrücken der vorderen Stränge an die Wirbelkörper, diese durch Andrücken der hinteren Stränge an die Wirbelbogen hervorgebracht werden. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß peristaltische und antiperistaltische Bewegung von verschiedenen Nerven abhänge, da offenbar dieselben Muskeln, nur in anderer Reihenfolge, dabei thätig sind, und der Versuch selbst ist wenig beweisend, denn wenn das Rückenmark zwischen den Wirbeln und einer breiten Nadel (acus larga) gepreßt wird, wer will ermitteln, ob die Nadel drückt oder die Wirbel oder beide?

Budge [3] ist ebenfalls der Ansicht, daß das Rückenmark in seiner ganzen Dicke Bewegungsfasern enthalte, weil Reizung der hinteren Stränge Bewegungen hervorruft [4] und weil nach Durch-

1 Diese Versuche würden entscheidender seyn, wenn Valentin die vorderen und hinteren Rückenmarksstränge getrennt hätte, um Reflexion, d. h. Ueberspringen der Reizung von den hinteren Strängen auf die vorderen zu vermeiden. Man könnte einwenden, daß oberflächliche Reizung der hinteren, rein sensibeln Stränge Reflexbewegungen in den Streckmuskeln, tiefe Reizung derselben Reflexbewegungen der Beuger bewirke. Allerdings müßte dann Reizung der vorderen Stränge auch irgendwie Extensionen zur Folge haben.

2 Ebendas. p. 136.

3 a. a. O. S. 15. 27. 39—51.

4 durch Reflexion?

schneidung derselben die Bewegung sich beeinträchtigt zeigt[1]. Den Verlauf der Fasern betreffend, kam er zu anderen Resultaten als Valentin und fand, daß die motorischen Nerven sich aufsteigend allmählig der Mittellinie des Rückenmarkes, d. h. den Längsfurchen nähern, bis sie sich endlich kreuzen, was bei den Nerven der hinteren Extremitäten schon im verlängerten Marke, bei den Nerven der Bauchglieder in der Brücke geschehe. Die Nerven der Streckmuskeln liegen seinen Versuchen nach beim Frosche hinter den Nerven der Beugemuskeln, dem Schwanzende der Wirbelsäule näher; bei Säugethieren scheinen ihm die Fasern der Streckmuskeln im vorderen Strange zu liegen, die Fasern der Beugung theils im hinteren, theils im vorderen Strange. Jedoch seyen die Nerven zu gewissen Bewegungen nebeneinander geordnet, die Beuger einer Extremität zusammen, die Strecker eben so, oft entstehe auf eine beschränkte Reizung des Rückenmarkes Contraction einer einzigen Muskelgruppe. Im Widerspruche nicht nur mit den letzterwähnten, sondern auch mit den Versuchen von Magendie theilte kürzlich Longet der französischen Akademie Resultate seiner Versuche an Säugethieren mit[2], wonach die vorderen Wurzeln und die vorderen Stränge gar keine Sensibilität besitzen; die vorderen Stränge sollen ausschließlich der Bewegung vorstehen, von den hinteren Strängen aus sollen keine Muskelbewegungen vermittelt werden.

Aus dem verlängerten Marke gehen die meisten, wenn nicht alle Nervenfasern in das Gehirn über, sie setzen sich durch die Brücke hindurch in die Hirnschenkel, zum Theil ins kleine Gehirn fort. Die Brücke selbst ist noch sensibel[3] und veranlaßt, wenn sie gereizt wird, Bewegungen in der entgegengesetzten Seite des Rumpfes; das kleine Gehirn scheint in den tieferen Theilen empfindlich zu seyn[4], Reizung der untersten Schichten desselben in der Nähe des verlängerten Markes erzeugte Zuckungen in den Muskeln des Stammes[5], durch oberflächliche Reizung des kleinen Gehirnes wer-

1 Auch Baker hat dies beobachtet, aber aus der Erschöpfung und dem Mangel des Gefühls in den Extremitäten erklärt.

2 *Comptes rendus. 1840. 28. Déc.*

3 J. Müller, Phys. I, 840. *Magendie, Syst. I, 246.* Budge, a. a. O. S. 30.

4 *Magendie, I, 216.*

5 Budge, a. a. O. S. 31.

den Contractionen des Magens, Dünn- und Dickdarmes, der Blase, der Hoden und des Uterus erregt[1]. Verletzungen der Crura cerebelli ad corpora quadrigemina haben nach Rolando Convulsionen zur Folge[2], so auch die Verletzungen der Vierhügel selbst nach Flourens, Hertwig und Budge[3], Reizung der letztern vermehrt auch die Bewegungen des Dünndarmes[4] und die Contraction der Iris[5]. Auf Reizung der Thalami nerv. opt. beobachtete Magendie eine Zuckung, welche Schmerz anzudeuten schien, die Corpora striata waren ohne Gefühl und ohne Einfluß auf Bewegung[6], Budge[7] konnte durch Reizung des Sehhügels und des Corpus striatum Bewegungen des Magens und Dünndarmes hervorrufen; auf den Magen wirkten aber nur die genannten Organe der rechten Hirnhälfte. Die übrigen Hirntheile, namentlich die Hemisphären des großen Gehirnes[8], das Corpus callosum[9], die Glandula pituitaria und pinealis[10] haben keine Beziehung weder zu Muskelbewegungen, noch zu Tastempfindungen, selbst die höheren Sinne scheinen durch Zerstörung der Hemisphäre nicht jedesmal und nicht für immer gelähmt zu werden.

Für den feineren Bau der Centralorgane ergiebt sich aus diesen physiologischen Thatsachen, daß die Gefühls- und Muskelnerven des Stammes durch die Brücke, in die Vierhügel, wahrscheinlich auch in die Hirnschenkel übergehen, und höchstens bis zu den Sehhügeln vordringen, daß die Nerven der Eingeweide zum Theil im kleinen Gehirn enden (Dickdarm, Blase, Genitalien), zum Theil durch das kleine Gehirn und die Vierhügel hindurch in die Sehhügel und Corpora striata übergehen (Magen, Dünndarm), keine Nervenfaser scheint sich bis zu den Hemisphären und der großen

1 Budge, S. 148. 152. 153. 155. 159. 161. 174.

2 *Saggio sopra la struttura del cervello. p. 128.*

3 Budge, a. a. O. S. 32.

4 Ebendas. S. 152.

5 Ebendas. S. 188.

6 a. a. O. *I, 182. 183.*

7 a. a. O. S. 149. 152.

8 J. Müller, Phys. I, 852. *Magendie, I, 175.* Robert in Fror. N. Not. Nr. 212.

9 *Magendie, I, 181.*

10 Ebendas. *I, 201. 202.*

Commissur fortzusetzen. Die Nerven des Herzens aber, wie Budge's Versuche ergeben[1], erreichen nicht einmal die Brücke; die vorderen Stränge des Rückenmarkes vom vierten oder dritten Halswirbel an bis zum oberen Ende des verlängerten Markes sind die einzigen Theile der Centralorgane, durch deren Reizung der Herzschlag verändert werden kann. Wie sich die übrigen Gefäßnerven verhalten, ist nicht durch Versuche erforscht[2].

In Betreff des Verlaufes der Fasern außerhalb der Centralorgane nehmen wir ebenfalls physiologische Thatsachen zu Hülfe, um Lücken der anatomischen Untersuchung auszufüllen oder problematische Angaben mehr zu befestigen. Es war oben von Nervenschlingen die Rede, welche aus den Centralorganen hervorgehen und nach kurzem Verlaufe in dieselben zurückkehren, ohne sich peripherisch auszubreiten. Daß diese Schlingen motorisch seyn sollten, war schon a priori unwahrscheinlich; Volkmann's später ausführlich mitzutheilende Versuche[3] lehren, daß sie sensible Nerven führen und daß in derselben Schlinge Fasern nach entgegengesetzten Richtungen, sowohl vom Gehirn abwärts zum Rückenmarke, als vom Rückenmarke aufwärts zum Gehirn verlaufen können. Durch Magendie[4] erfahren wir, daß ähnliche Schlingen sensibler Fasern in allen Spinalnerven vorkommen. Die vordere Fläche des Rückenmarkes ist empfindlich, die vorderen Nervenwurzeln sind es gleichfalls. Mit der Trennung der hinteren Wurzel erlischt aber die Sensibilität der entsprechenden vorderen Wurzel und des zunächst angrenzenden Theiles des vorderen Stranges; nach der Durchschneidung der vorderen

1 a. a. O. S. 132. 134.

2 Dies Resultat gilt vorläufig nur für die Säugethiere. Es kann seyn, daß bei niederen Thieren eine andere Anordnung stattfindet, daß die Nerven früher enden und die Organe des Willens und des Bewußtseyns, wie man sonst ziemlich allgemein annahm, weiter abwärts reichen. Budge bemerkt, daß Reizung des Rückenmarkes eine Strecke über dem Eintritte bestimmter Nerven keine Contraction der entsprechenden Muskeln mehr veranlaßt, und schließt daraus, daß die motorischen Fasern bald nach ihrem Eintritte ins Rückenmark untergehen (S. 41). Nach van Deen (a. a. O. *VII, 74*) behält der Rumpf des Frosches Gefühl und willkürliche Bewegung, wenn man den Kopf über dem Ursprunge des N. vagus abschneidet, trennt man ihn ein wenig hinter dem Ursprunge dieses Nerven, so sind Gefühl und Bewegung aus dem Rumpfe gewichen und bleiben im Kopfe.

3 Müll. Arch. 1840. S. 517.

4 a. a. O. *II, 77, 95. 98. 339. 342. 344.*

Wurzel ist das peripherische Ende derselben empfindlich, das centrale nicht. Es ist also gewiß, daß empfindende Fasern aus dem vorderen Strange durch die beiden Wurzeln in den hinteren Strang übergehen. Um zu erfahren, ob diese Fasern an der Stelle, wo beide Wurzeln sich aneinander legen, sogleich aus der einen in die andere umbiegen, durchschnitt Magendie die Nerven einige (bis vier) Linien unterhalb der Vereinigungsstelle. Die Empfindlichkeit der vorderen Wurzel und des vorderen Stranges erlosch, die sensibeln Fasern waren also durchschnitten und die Umbiegung derselben aus der vorderen Wurzel in die hintere mußte jenseits des Punktes stattfinden, wo der Nerve verletzt war[1]. Man kommt auf den Gedanken, daß die Umbiegung erst bei der peripherischen Verbreitung der Nerven geschehe, mit anderen Worten, daß die Nervenfasern aus den vorderen Strängen entspringen, sich gegen die Haut hin verzweigen, umbiegen und endlich als sensible Nerven in die hinteren Stränge zurückkehren. Wäre diese Voraussetzung richtig, so müßte man an allen oder doch den meisten gemischten Nerven, wenn sie durchschnitten sind, durch Reizung des äußeren, d. h. in Zusammenhang mit der Haut stehenden Endes Schmerz erregen. Dies ist aber bekanntlich nicht der Fall[2].

Es wurde ferner des eigenthümlichen Verlaufes der Eingeweidenerven gedacht, welche hoch oben mit Hirn- und Rückenmarksnerven aus den Centralorganen entspringen und erst nach einem längeren Wege durch den Grenzstrang sich weiter peripherisch verzweigen. Durch Reizung der NN. accessorii und der obersten Halsnerven wird das Herz, durch Reizung der unteren Halsnerven der Magen, durch

1 Kronenberg (Müll. Arch. 1839. S. 361) ist zu einem anderen Resultate gekommen. Indem er am Vereinigungspunkte beider Wurzeln einen kleinen Einschnitt machte, so daß der Vereinigungswinkel größer wurde, hob er die Sensibilität der vorderen Wurzel auf, und schließt daraus, daß das Umkehren der Fasern nahe am Vereinigungspunkte stattfinde. Volkmann (ebendas. 1840. S. 520) berichtigt diesen Irrthum. Wie Magendie fand er, daß im Vereinigungswinkel die Fasern beider Wurzeln zwar nicht umbiegen, aber sich kreuzen, sie werden also durch einen senkrechten Schnitt dennoch verletzt.

2 Eine scheinbare Ausnahme macht der N. facialis, welcher nach Magendie's bekannten und vielfach bestätigten Versuchen nach der Durchschneidung am peripherischen Schnittrande sensibel ist. Dies rührt von Fasern des N. infraorbitalis her, welche sich an Aeste des N. facialis anlegen und eine Strecke weit in demselben zurücklaufen, aber nur eine Strecke weit, denn unmittelbar nach dem Austritte aus dem Gehirn ist der N. facialis nicht sensibel.

Reizung des N. trigeminus und der Rückennerven werden die Därme erregt u. s. f.[1] Bei der Katze konnte Valentin sogar mittelst der NN. oculomotorii und accessorii Bewegungen des Dünndarmes hervorrufen. Nach Durchschneidung des Grenzstranges zwischen der Eintrittsstelle der Wurzeln und der Austrittsstelle der peripherischen Nervenzweige erwies sich die Reizung der Wurzeln unwirksam. Die Erweiterung der Pupille wird, wie es scheint, durch Nerven vermittelt, welche im Grenzstrange des Sympathicus aufwärts verlaufen. Durchschneidung des N. sympathicus hoch oben am Halse, Exstirpation des obersten Halsganglion oder Trennung derjenigen Aeste der oberen Cervicalnerven, die in das Ganglion eintreten, lähmt die Muskelfasern, welche die Pupille erweitern, und hat eine dauernde Verengung zur Folge[2]; Grund dieser Verengung ist das Uebergewicht der Aeste des N. oculomotorius, von welchen die Contraction der Iris abhängt[3].

In Bezug auf die Sehnerven stehen Magendie's physiologische Experimente[4] mit den Resultaten der anatomischen Untersuchung in Widerspruch. Durchschneidung einer Wurzel des Chiasma zog Blindheit des entgegengesetzten Auges, Durchschneidung des Chiasma in der Mittellinie Blindheit beider Augen nach sich, was für eine vollkommene Kreuzung spricht.

1 Valentin, Funct. nerv. p. 65. Auch Volkmann beobachtete verstärkte Pulsation des Herzens auf Reizung des N. accessorius (Müll. Arch. 1840. S. 498).

2 Schon Petit (*Acad. de Paris. 1727. p. 5 sq.*) bemerkt den Einfluß, welchen Durchschneidung des N. sympathicus am Halse auf die Iris ausübt; die Pupille wurde aber in einigen Versuchen weiter, in anderen enger. Dies schwankende Resultat erklärt sich aus Stilling's Beobachtungen (Spinalirritation. S. 157); der Durchschneidung am Halse folgt zuerst Erweiterung, so lange der zerschnittene Nerve den Reiz empfindet, dann bleibende Lähmung. Daß die dem Sympathicus beigemischten Fasern aus dem oberen Theile des Rückenmarkes stammen, hat Stilling vermuthet und zu gleicher Zeit Valentin (Funct. nerv. p. 111) experimentell bewiesen.

3 Die Richtigkeit dieser Erklärung wird wieder zweifelhaft durch Versuche von van Deen (a. a. O. *VII, 121*), welcher nach Durchschneidung der NN. optici und oculomotorii noch Contractionen der Iris gesehen haben will, dagegen nach Durchschneidung des Stammes des N. trigeminus die Iris unbeweglich fand.

4 *Syst. nerv. II, 313.*

Ueber den Ursprung und Verlauf der Nerven des Bindegewebes und der Gefäße läßt uns die Anatomie des Nervensystems ganz im Dunkeln und die physiologischen Experimente sind auch nicht im Stande, darüber volles Licht zu verbreiten. Ich habe oben mitgetheilt, daß die Gefäßnerven des Frosches Aeste der Spinalnerven sind. Stilling fand[1], daß nach Zerstörung des hinteren Theiles des Rückenmarkes die Circulation in den hinteren Extremitäten stockt und die Zehenspitzen ulceriren; H. Nasse hält es mit Stannius für ausgemacht[2], daß der Kreislauf langsamer werde (durch Erweiterung der Gefäße?), wenn die Schenkelnerven durchschnitten sind. Diesen Beobachtungen stehen andere gegenüber von Baumgärtner[3], Arnold[4], Urech[5] und Valentin[6], wo nach Durchschneidung der NN. ischiadici, des N. sympathicus, des Rückenmarks und selbst nach theilweiser Zerstörung des letzteren sich die Blutbewegung in der Schwimmhaut ungestört erhielt, ja nach H. Nasse soll die Schwimmhaut blaß werden (der Durchmesser der Gefäße müßte also abnehmen) und das Blut in geringerer Menge durch den des Nerveneinflusses beraubten Theil fließen. Bei den höheren Thieren sind die Gefäßnerven noch nicht einmal bis zu den Centralorganen verfolgt, und daß sie mit denselben zusammenhängen, läßt sich nur erschließen oder wahrscheinlich machen durch den Einfluß der Gemüthsbewegungen auf die Gefäße, durch die Theilnahme der letzteren an Krankheiten der Centralorgane und die später zu erörternden Erscheinungen der Sympathie. Diesen Zusammenhang zugegeben, so zeigen sich neue Schwierigkeiten, wenn wir bestimmen sollen, durch welche Wurzeln die Gefäßnerven austreten. Stellt sich nach Durchschneidung eines sensibeln Nerven Lähmung der Gefäße ein, so kann sie auf doppelte Weise erklärt werden: sie kann auf directem Wege bewirkt seyn dadurch, daß der Zusammenhang der Gefäßnerven mit den Centralorganen unterbrochen ist, aber auch

1 Müll. Arch. 1841. S. 287.

2 F. u. H. Nasse, Unters. I, 100.

3 Nerven u. Blut. S. 147.

4 Physiol. II, 362.

5 De vi et effectu, quem nervorum cerebrospinalium et sympathicorum sectio in sanguinis circulationem et in resorptionem habeat. Turici, 1837. p. 25.

6 Funct. nerv. p. 153.

indirect, indem die Entzündung eines Nervenstammes am centralen Schnittrande als Reiz auf die Centralorgane zurückwirkt und der Reizung sensibler Nerven eine Lähmung der Gefäßnerven antagonistisch folgt. Wird der N. trigeminus durchschnitten, so erscheinen die Folgen der Erweiterung der Gefäße, Ergießung von Plasma, Blutstockung, Geschwüre, Brand, in allen von ihm versorgten Gebilden, namentlich im Auge, im Zahnfleische, in der Zunge; Trennung des N. vagus zieht Ergießungen in den Lungen, in der Magenschleimhaut nach sich. Alles dies ist so oft beobachtet worden, daß es als eine ausgemachte Thatsache angesehen werden kann[1]. Allein die Reizung der genannten Nerven an ihrer peripherischen Ausbreitung würde denselben Erfolg haben, und so bleibt es zweifelhaft, ob man durch jene Operation die Gefäßnerven im Stamme des Trigeminus und Vagus getrennt oder die sensibeln Nerven gereizt und nur mittelst derselben auf die unversehrten Gefäßnerven gewirkt habe. Für den N. trigeminus läßt sich die erstere Ansicht wahrscheinlicher machen. Es sind nämlich einige Fälle bekannt, wo beim Menschen durch Geschwülste oder Atrophie des Trigeminus neben der Lähmung der Empfindung im Bereiche dieses Nerven eine Lähmung der Gefäße bestand, wie man sie bei Thieren durch den Versuch erzeugt[2]. Wäre diese Gefäßlähmung Folge von Reizung des Trigeminus an der kranken Stelle gewesen, so hätte die Krankheit nicht ohne Schmerzen verlaufen können. Es ist ferner zu erwägen, daß Magendie[3] die Störungen der Ernährung des Auges viel später eintreten und viel weniger ausgedehnt sah, wenn er den Stamm des fünften Nerven zwischen Gehirn und Ganglion Gasseri, als wenn er den ersten Ast nach dem Austritte aus dem Ganglion durchschnitt. Unmöglich kann die Entzündung des Nervenstumpfes und die daraus reflectirte Reizung im ersten Falle geringer gewesen seyn, als im zweiten; dagegen erklärt sich das Factum sehr gut, wenn man weiß, daß Durchschneidung des N. sympathicus am Halse dieselben Veränderungen im Auge hervorbringt, wie Trennung des Trigeminus[4]. Es folgt daraus, daß dem Bulbus wenigstens ein

1 Vgl. Valentin, Funct. nerv. p. 23. Stilling, a. a. O. S. 115.

2 *Serres* in *Magendie, Journ. de phys. V, 248. Mayo, Anatom. and physiol. comment. Nr II. p. 12. Gama, Traité des plaies de tête. Paris. 1830. p. 173.* Dupuy, Fror. N. Not. Nr. 148.

3 *Journ. de phys. IV. 176.*

4 Valentin, Funct. nerv. p. 109.

Theil seiner Gefäßnerven durch den N. sympathicus vom Rückenmarke her zugeführt und im Ganglion Gasseri dem ersten Aste beigemischt wird; demnach werden, wenn man den ersten Ast durchschneidet, alle Gefäßnerven zerstört, wenn man den Stamm durchschneidet, so verletzt man nur einen kleineren Theil derselben.

Valentin hat sich die Frage gestellt, ob die Gefäßnerven beim Frosche in den hinteren oder vorderen Wurzeln der Spinalnerven enthalten seyen[1]. Es schien ihm, als ob Infiltration und Desquamation der Oberhaut rascher einträten an einer Extremität, deren vordere Nervenwurzeln getrennt waren, als an einer anderen, deren hintere Wurzeln er durchschnitten hatte; als aber an einem Frosche die sensibeln Wurzeln des einen und die motorischen des anderen Hinterfußes getrennt wurden, zeigte sich keine Verschiedenheit. Reizung der hinteren Wurzeln beim Frosche ist nach J. Müller[2] ohne Einfluß auf die Bewegung des Blutes in der Schwimmhaut.

Was die endliche Verbreitung der Gefäßnerven betrifft, so handelt es sich hauptsächlich darum, ob sie in den Cerebrospinalnerven der Organe, namentlich der Extremitäten, mit enthalten sind oder ob sie vom N. sympathicus aus als gesonderte Aeste die Gefäße gegen die Peripherie hin begleiten. Die oben angeführten Versuche am Vagus und Sympathicus lassen sich so deuten, als ob die Gefäßnerven von Anfang an mit den cerebrospinalen vereinigt seyen; die Zufälle, welche nach Trennung der Nerven des Penis beim Pferde, der NN. ischiadici bei vielen Thieren constant und auch beim Menschen nach zufälliger Verletzung einzelner Extremitätennerven beobachtet worden sind, führten zu der Vermuthung, daß auch hier die Nerven des Bindegewebes und der Gefäße durch die Operation oder Verletzung betheiligt worden seyen. Der Penis, dessen Nervi dorsales durchschnitten waren, schwoll an, fiel vor und exulcerirte[3], Entzündung und Eiterung des Hoden in Folge einer Trennung des N. spermaticus hat schon Bichat angemerkt[4]; die Hinterbeine wurden nach der Section des N. ischiadicus an einzelnen,

1 Funct. nerv. p. 155.

2 Physiol. I, 231.

3 Günther, Erfahrungen im Gebiete der Anat., Physiol. und Thierarzneiwissenschaft. Heft 1. Hannover. 1837. S. 214.

4 *Rech. physiol. sur la vie et la mort. 4e éd. Paris. 1824. p. 515.*

gedrückten Stellen brandig, Haare und Nägel fielen aus, die Haut von Gliedern, welche durch Verletzung einzelner Nervenstämme gelähmt oder auch nur stellenweise unempfindlich sind, wird livid, geschwürig, mit abgestorbenen Epidermisschuppen bedeckt[1], dagegen heilte Hausmann[2] die unter dem Namen Rehe bekannte Entzündung des Hufbeines bei Pferden mittelst Durchschneidung der Fesselnerven, ein Beweis, daß die Nervenfasern, von welchen der Tonus der Gefäße dieses Theiles abhängt, nicht in den Fesselnerven enthalten, vielleicht schon weiter oben vom Stamme an die Gefäße getreten sind.

Eine andere Quelle für die Erforschung des Faserverlaufes in den Centralorganen bieten die Phänomene der Sympathie, eine Quelle, die wir, so trübe sie fließt, unserer Armuth wegen nicht verschmähen dürfen. Die Nerven stehen durch die Centralorgane miteinander in einer gewissen Verbindung, so daß Erregung des einen die Thätigkeit des anderen entweder vermehrt oder herabstimmt. Von jedem Punkte aus kann unter Umständen, bei sehr heftiger Reizung, das ganze Nervensystem ergriffen werden, mäßige Erregung eines bestimmten Nerven äußert sich aber zunächst an einem bestimmten anderen Nerven mit solcher Gesetzmäßigkeit, daß man von jeher für dies Zusammenwirken einen organischen Grund voraussetzen zu müssen glaubte. Als solchen betrachtete man zuerst den Ursprung je zweier Nervenzweige aus einem gemeinsamen Stamme, dann die Verbindung der Nerven durch Aeste des großen Intercostalnerven (N. sympathicus); die Untersuchung der Bewegungen, welche auf Empfindung folgen, Reflexbewegungen nach Marshall Hall, gab der Lehre von den Sympathien eine andere Wendung; es ließ sich beweisen, was Manche schon geahnet hatten, daß der Consensus durch Gehirn und Rückenmark vermittelt und durch Zerstörung der Centralorgane oder des Zusammenhanges der Nerven mit denselben aufgehoben werde. Nun dachte man zuerst an ein Umbiegen der sensibeln Fasern in motorische innerhalb der Centralorgane, und da

[1] Vgl. meine pathol. Unters. S. 159. Der Decubitus nach der Durchschneidung des N. ischiadicus kann zwar auch von gehinderter Blutzufuhr entstehen, indem unempfindliche Hautstellen leicht einem zu anhaltenden Drucke beim Liegen und Sitzen ausgesetzt werden; die Congestion aber, welche in den am Menschen beobachteten Fällen dem Absterben vorausging, läßt sich auf diese Art nicht erklären.

[2] Holscher's Ann. 1, 498.

die empfindenden und bewegenden Nerven sich bis zum Gehirne fortsetzen, Reflexbewegungen aber auch vom querdurchschnittenen Rückenmarke vermittelt werden, so nahmen Marshall Hall und Grainger ein besonderes System excitomotorischer Nerven an, die schon im Rückenmarke enden und ineinander übergehen sollten. Wenn aber solche bestimmte Bahnen für die Leitung des Reizes existirten, so dürfte die Reaction auf Reizung eines bestimmten sensibeln Nerven sich nicht, je nach der Stärke der Erregung, über geringere oder größere Gruppen von Nerven verbreiten, sie dürfte nicht bald an der gereizten, bald an der anderen Körperseite und hier auch dann noch sich zeigen, wenn beide Rückenmarkshälften noch irgendwo durch graue Substanz zusammenhängen, wie in Volkmann's Versuchen[1]. Man wird von der Idee eines solchen anatomischen Zusammenhanges gereizter und reagirender Fasern ganz abstrahiren müssen, wenn man, wie ich gethan habe[2], die Reflexbewegung, als eine der verschiedenen möglichen Formen von Mittheilung in den Centralorganen, mit der Irradiation der Empfindungen und Bewegungen zusammenstellt. Es ergiebt sich alsdann, daß von jeder Faser aus so viele Arten der Mittheilung stattfinden können, als das Rückenmark Dimensionen hat: 1. von einer Seite zur anderen, in symmetrischen Nerven, 2. nach auf- und abwärts in demselben Strange, von sensibeln auf sensible, von motorischen auf motorische Nerven, 3. von hinten nach vorn, von sensibeln Nerven auf motorische, vielleicht auch umgekehrt, von motorischen auf sensible[3]. In dem citirten Aufsatze habe ich zu beweisen gesucht, daß die Mittheilung nach der Contiguität der Nervenfasern in den Centralorganen erfolge, und wenn es mir gelungen ist, dies wahrscheinlich zu machen, so darf ich den Satz jetzt wohl umkehren und aus den Erscheinungen der Sympathie auf die Lage der Nerven in den Centralorganen schließen. Es sind zwei Hypothesen, die aber einander

1 Müll. Arch 1838. S. 19.

2 Pathol. Unters. S. 106.

3 Hierher würden die Neuralgien gehören, welche Krämpfe und Contracturen begleiten. Man kann zweifeln, ob sie eigentlich sympathisch, d. h. Folgen der Erregung der Muskelnerven sind, oder nicht vielmehr mit denselben gemeinsam von einer dritten Ursache abhängen. Dies soll später noch zur Sprache kommen. Immerhin sind sie ein Beweis, daß Empfindungs- und Bewegungsnerven, welche nahe bei einander entspringen, leicht gemeinschaftlich afficirt werden.

ergänzen und unterstützen. Man kann nämlich wohl annehmen, daß die Primitivfasern bei ihrem Ursprunge und ihrem Verlaufe in Gehirn und Rückenmark in der Reihe zusammenliegen, und ferner, daß sie im Allgemeinen sich an der Peripherie in der Ordnung ausbreiten, in welcher sie nacheinander aus den Centralorganen austreten. Dem entsprechend sind es im Allgemeinen die benachbarten oder in gleicher Höhe gelegenen Stellen der Peripherie, welche miteinander, sympathisch- oder antagonistisch, in Consensus stehen. Schmerzen dehnen sich in der Umgegend des ergriffenen Theiles aus, heftiges Licht erregt Kitzel in der Nase, heftiger Schall Schmerz in den Zähnen, intendirte Muskelbewegungen, z. B. eines Fingers, theilen sich zunächst den benachbarten Muskeln mit[1]. So zeigen sich in Körpern, wo nicht ein Organ durch Krankheit vorwiegend afficirbar ist, die Folgen einer Erkältung der äußeren Haut in der Regel an den inneren Organen, welche in gleicher Höhe liegen, auch wenn zwischen diesen und der Haut keine Gefäß- oder Nervenverbindung besteht[2], z. B. in den Lungen nach Erkältung der Brust, im Darm nach Erkältung des Unterleibes, und Hautreize oder Blutentziehungen wirken in Krankheiten der Eingeweide am besten, wenn sie denselben gegenüber auf der Körperoberfläche angewandt werden. Die Ausnahmen von dieser Regel sind aber besonders lehrreich und gerade besonders beweisend für unseren Satz, weil sie mit Eigenthümlichkeiten im Verlaufe der Nervenfasern zusammenfallen. Wenn gewisse, nicht gerade benachbarte und von verschiedenen Nervenstämmen versorgte Muskeln gern zusammenwirken, z. B. die Beuger oder die Strecker einer Extremität, so erklärt sich dies aus der Vertheilung der Primitivfasern einer Wurzel durch die Plexus an verschiedene Stämme. Wenn bei den Leiden der Einge-

1 Im Grunde dürften die Fälle, wo Muskeln von innen aus gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt werden, nicht als Beispiele sympathischer Erregungen dienen, weil wir nicht wissen, wiefern nicht in der erregenden Ursache selbst der Grund der gleichzeitigen Affection liegt. Es kommt aber vor, daß gelähmte, d. h. dem Einflusse der bewegenden Ursache entzogene Muskeln sich mit willkürlich beweglichen sympathisch contrahiren (Pathol. Unters. S. 133. Magendie, a. a. O. *I*, *285*. van Deen, a. a. O. *VII*, *53*.) und dies beweist, daß der Grund der Mitbewegungen nicht in dem Wirken des Willens, sondern in einer von ihm unabhängigen Organisation gesucht werden müsse.

2 Erkältung ist, wie sich aus diesen und anderen Gründen ergiebt (Pathol. Unters. S. 271), eine durch die Hautnerven und nicht durch Unterdrückung der Secretion wirkende Schädlichkeit.

weide sympathische Schmerzen und Bewegungen an höheren Stellen des Rumpfes auftreten[1], so findet dies eine vollkommen genügende Erklärung in dem Umstande, daß die Nerven der Eingeweide erst eine Strecke weit im Grenzstrange abwärts laufen, ehe sie an den Ort ihrer Ausbreitung gelangen. Eigenthümliche Veränderungen der Sensibilität und Entzündungen des Augapfels, welcher einen Theil seiner Nervenfasern von den oberen Halsnerven erhält, treffen zusammen mit Schmerzhaftigkeit der Wirbelsäule in der Gegend der oberen Halswirbel[2].

Construiren wir demnach weiter die Lage der Primitivfasern in den Centralorganen, so wird es wahrscheinlich, daß die Fasern sämmtlicher Streckmuskeln irgendwo zusammentreten, so wie die Fasern sämmtlicher Beugemuskeln, denn bei tetanischen Krämpfen sind bald die einen, bald die anderen gemeinschaftlich afficirt. Nach den übrigen Arten des Consensus zu schließen, nähern sich in den Centralorganen die motorischen Fasern einer Muskelgruppe den sensibeln Fasern der die Muskeln bedeckenden Hautstellen. Reizung der Haut bringt Reflexbewegung in den zunächst gelegenen Muskeln hervor[3], wenn die Aufmerksamkeit auf ein Sinnesorgan oder einen

1 Beispiele dieser Art von Sympathien habe ich zusammengestellt a. a. O. S. 110. Vgl. Fror. N. Not. III, Nr. 48. Budge, a. a. O. S. 176. Eine reiche Literatur und viele hierher gehörige Fälle enthält Stilling's Werk über Spinalirritation. Der Verf. hat sich ein wesentliches Verdienst um die Lehre von den Sympathien dadurch erworben, daß er die Bedeutung des Rückenschmerzes in der genannten Krankheit richtiger beurtheilen lehrte und bewies, daß derselbe nicht im Rückenmarke selbst begründet und beim Drucke nicht durch Compression des Rückenmarkes vermehrt werde, sondern seinen Sitz in den hinteren Hautästen der Spinalnerven habe. Der Rückenschmerz ist also so wenig, wie die anderen Körperschmerzen, ein directes Symptom des Rückenmarksleidens, sondern ebenfalls ein Phänomen der Irradiation.

2 Kremers, Wechself. S. 46. Stilling, a. a. O. p. 522.

3 Pathol. Unters. S. 114. Valentin, Funct. nerv. p. 100. 135. Ich habe oben der Ansicht von Valentin gedacht, daß die sensibeln Nerven der Beugeseite mit den Nerven der Streckmuskeln in dem Rückenmarke zusammentreten sollen und umgekehrt Valentin (a. a. O. p. 134) glaubt auf diese Art den Antagonismus der Streck- und Beugemuskeln erklären zu können, indem die Beugemuskeln mit den sensibeln Nerven der Streckseite zugleich gereizt und im nächsten Augenblicke von den sensibeln Nerven der Streckseite durch Reflexion die motorischen Nerven derselben erregt würden. Um zu erklären, warum die Erregung der sensibeln Nerven der Streckseite auf die motorischen

Theil der äußeren Haut gerichtet wird, so gerathen leicht die Muskeln, die sich dort verbreiten, in unwillkürliche Contractionen[1], Durchschneidung eines Muskels oder einer Sehne lähmt das Tastgefühl der entsprechenden Hautnerven und bei Contractur sind dieselben von Neuralgien ergriffen[2], endlich stehen die Muskeln der Eingeweide gerade so, wie ihre Empfindungsnerven, mit höher gelegenen Theilen des Stammes in Sympathie. Es ergiebt sich ferner, daß gewisse Empfindungs- und gewisse Bewegungsnerven einander vorzugsweise nahe gebracht seyn müssen, weil jedesmal die Reizung von den einen auf die anderen übergeht, z. B. die sensibeln Nerven der Glottis und die motorischen der Exspirationsmuskeln, die Gefühlsnerven des Penis und die motorischen des Vas deferens[3]. Der Consens zwischen gleichnamigen Theilen der beiden Seitenhälften des Körpers[4] deutet auf eine Annäherung der symmetrischen Nervenfasern im Gehirn und Rückenmarke.

Für die Nerven des Bindegewebes und der Gefäße sind die Erscheinungen der Sympathie um so interessanter, je weniger sich auf anderem Wege über ihren Verlauf ermitteln ließ. Auch für sie gilt als Regel, daß sie an den Zuständen der peripherisch ihnen benachbarten sensibeln und motorischen Nerven Theil nehmen. In jeder Partie der Cutis verdichtet sich das Bindegewebe und erschlafft, je nachdem die betreffende Stelle erkältet oder erwärmt wird. Die Brustwarze richtet sich auf, das Scrotum kräuselt sich, wenn ihre sensibeln Nerven leise erregt werden, die Haare richten sich auf bei heftigem Kopfschmerz[5]. Neuralgien aus inneren Gründen sind von Erweiterung der Gefäße in den schmerzhaften Theilen und von vermehrter Secretion nahe gelegener Drüsen begleitet[6]; nach Reizung irgend welcher Empfindungsnerven von außen äußert sich der Reflex in den Gefäßen so gewöhnlich gerade an der gereizten Stelle, daß

Nerven derselben übergehe, muß aber gerade angenommen werden, daß diese Nerven einander nahe bleiben.

1 Schon beim anhaltenden Anschauen einer Hautstelle treten, fast unwillkürlich, leichte Zuckungen der darunter befindlichen Muskeln ein.

2 Nach Stromeyer's später zu erörternden Erfahrungen.

3 Budge, a. a. O. S. 163.

4 Pathol. Unters. S. 107.

5 Ebendas. S. 144.

6 Ebendas. S. 147.

man bis jetzt das Verhältniß der Reflexion dabei ganz verkennen und die Congestion für eine unmittelbare Folge des angewandten Reizes halten konnte. Hier sind es wieder die Ausnahmen, welche die Regel erklären, die Fälle nämlich, wo Congestion, vermehrte Turgescenz und Absonderung nicht an der gereizten Stelle, sondern an einer entfernten stattfindet, in der Thränendrüse bei Reizung der Conjunctiva, in den Speicheldrüsen bei Reizung der Mundschleimhaut, in der Prostata bei Reizung des Penis. Nehmen Gefäßnerven an der Thätigkeit der eigentlichen Muskelnerven Theil, was weniger constant oder weniger leicht zu bemerken ist, so sind es die der gereizten Muskeln selbst oder der darüber ausgebreiteten Haut oder der nahe gelegenen Drüsen[1]. Darnach wäre nun anzunehmen, daß in den Centralorganen die Gefäßnerven zu den sensibeln und Muskelnerven sich ebenso verhalten, wie diese unter sich, daß nämlich die Gefäßnerven in den Centralorganen ungefähr in derselben Ordnung liegen, wie an der Peripherie und immer zunächst den Gefühls- und Muskelnerven, in deren Nähe sie sich an der Peripherie verbreiten; wenn es nur entschieden wäre, daß sie die Centralorgane überhaupt erreichen. Zu den oben angeführten Gründen, welche es wahrscheinlich machen, kann ich jetzt noch einige hinzufügen, aber auch diese sind nicht völlig beweisend. Wenn sich zeigen ließe, daß der Consensus zwischen den sensibeln und Gefäßnerven jedesmal aufhört, sobald der Zusammenhang jener oder dieser mit den Centralorganen aufgehoben ist, so würde daraus zu folgern seyn, daß die Centralorgane Vermittler dieser Sympathie, wie der Reflexbewegung seyen, und daß somit die Gefäßnerven, gleich den eigentlich motorischen, in den Centralorganen wurzeln. In der That liegen einige Beobachtungen vor, daß kaustisches Ammonium, auf die Conjunctiva eines Kaninchens gebracht, welchem der N. trigeminus durchgeschnitten worden war, keine Entzündung er-

1 In den pathologischen Unters S. 147 habe ich mich auf eine Beobachtung von Holland bezogen; aus unbekannter Ursache brach bei einem sonst gesunden Mann jedesmal, wenn er sprach, kaute oder in Gemüthsbewegung gerieth, reichlicher Schweiß auf der rechten Seite des Gesichtes aus. Durch die Güte meines geschätzten Collegen, Herrn Dr. Gieseler, habe ich einen ganz ähnlichen Fall zu sehen Gelegenheit gehabt. Beim Kauen röthete sich erst die Haut der Wange, namentlich des unteren Theiles, und bald floß der Schweiß in Tropfen herab; das örtliche Leiden war nach einem Nervenfieber zurückgeblieben.

zeugte[1] und daß bei Lähmung des N. trigeminus und Empfindungslosigkeit des Auges die Berührung desselben ohne Thränenfluß ertragen wurde[2]. Zwar genasen die betreffenden Kranken und der Grund der Lähmung ist anatomisch nicht nachgewiesen; man kann aber vermuthen, daß er im Gehirn oder im Stamme des Nerven vor dem Eintritte ins Ganglion gelegen habe, weil sonst die Gefäßnerven des Auges mit gelähmt gewesen wären. Daraus folgt ferner, daß nicht im Ganglion Gasseri, sondern im Gehirn der Reflex von sensibeln auf Gefäßnerven stattfinde. Andere Fälle, wo nach Durchschneidung sensibler Nerven die Reflexion auf Gefäßnerven ausblieb und Entzündungsreize sich unwirksam zeigten[3], sind für die vorliegende Frage nicht entscheidend, da die Empfindungsnerven unterhalb der Ganglien der hinteren Wurzeln durchschnitten wurden, in welchen möglicherweise die Reflexion bewirkt werden könnte; ebenso wenig will ich hier die widersprechenden Beobachtungen von vermehrter oder verminderter Reizbarkeit der Gefäßnerven in Gliedern anführen, welche hemiplegisch, paraplegisch oder durch einfache Trennung des Rückenmarkes paralytisch waren, weil, wie sich später zeigen wird, in solchen Gliedern die Nerven nicht gelähmt, sondern nur dem Einflusse des Bewußtseyns entzogen, unter Umständen sogar in erhöhter Erregung sind. Aber es darf nicht verschwiegen werden, daß Glieder, deren Nerven gänzlich vom Rükkenmarke getrennt sind, sich zuweilen auch reizbarer, geneigter zu Entzündung zeigten, als die unversehrten Organe[4]. Dies geschah

1 *Magendie's Journ. de phys. IV, 176.*

2 Bell's physiol. u. pathol. Untersf. d. Nervensystems. A. d. Engl. v. Romberg. Berl. 1832. S. 221. C. Vogt in Müll. Arch. 1840. S. 73.

3 Hierher gehören die angeführten Versuche von Hausmann, die Rehe mittelst Durchschneidung der Fesselnerven zu beseitigen, ferner die Erfahrungen, daß Wunden- und Knochenbrüche in gelähmten Gliedern nicht heilen, weil die Exsudation unterbleibt. Krimer, Physiol. Untersf. S. 163. Schröder v. d. Kolk, Observ. anat.-pathol et pract. argumenti. Amst. 1826 Fasc. I. p. 15. Koning, De vi nervorum in ossium regeneratione. Traj. ad Rh. 1834. Miescher, Infl. oss. p 155. H. Nasse in F. u. H. Nasse, Untersf. I, 111.

4 Path. Untersf. S. 163. — H. Nasse (a. a. O. S. 106) widerspricht den Versuchen von Krimer und sah bei Fröschen an Extremitäten mit durchschnittenem N. ischiadicus, oder durchschnittenem oder zerstörten Rückenmark, wenn er Kochsalzlösung auf die Schwimmhaut brachte, stärkere Röthe. Dehnten sich vielleicht die Gefäße durch Endosmose stärker aus?

namentlich in einem Falle, wo einer der Armnerven durchschnitten, Vorderarm und Hand gefühllos und kalt waren.

Man kann beobachten, daß die Mittheilung in den Centralorganen nach einer Richtung häufiger und eher stattfindet, als nach der anderen. Die Uebertrgung auf Nerven desselben Stranges und von sensibeln Nerven auf motorische derselben Seite scheint mit ziemlich gleicher Leichtigkeit zu geschehen, dagegen verbreitet sich die Erregung schwerer auf die Nerven der anderen Seitenhälfte. Volkmann bemerkt[1], daß bei geköpften Fröschen leises Kitzeln der Zehe oft nur Bewegungen des Fußes hervorrufe, bei etwas stärkerem Reize bewege sich das ganze Glied, von dem ein Theil berührt wird; er schließt daraus, daß die Mittheilung in der Längendimension des Rückenmarkes leichter sey, als in der Dimension der Quere, da wohl die erste und dritte Wurzel des Schenkelgeflechtes einer Seite weiter auseinander liegen, als die entsprechenden Wurzeln beider Seiten, und doch eine Reizung der Zehen einer Seite sich leichter dem Oberschenkel derselben, als den Zehen der anderen Seite mittheilt. van Deen machte ähnliche Erfahrungen[2]. Dasselbe zeigt sich bei Mittheilung der Empfindung, indem viel leichter eine ganze Extremität von einem Punkte aus schmerzhaft ergriffen wird, als der entsprechende Punkt der anderen Extremität. Wenn nach stärkeren Reizen eines Gliedes sich die Bewegungen noch weiter ausbreiten, so zuckt nach Volkmann zuerst das gleichnamige Glied der anderen Seite, dann erst zucken die anderen Extremitäten. Auch dies scheinen v. Deen's Versuche zu bestätigen[3]. Ob aber diese Verhältnisse durch die Lagerung der Primitivfasern oder durch die Anordnung der grauen Substanz bedingt seyen, ist nicht zu entscheiden.

Ihren physiologischen Eigenschaften nach kann man die Nerven oder, richtiger gesprochen, die Nervenfasern in drei Classen bringen. Die einen verbreiten sich in Muskeln, unter welcher Benennung hier die sämmtlichen contractilen Gewebe verstanden werden sollen; durch eine Einwirkung unbekannter Art erhalten sie dieselben in

1 Müll. Arch. 1838. S. 35.

2 a. a. O. *VII*, 75.

3 *p.* 68.

Contraction, Veränderungen dieser Nerven verrathen sich durch Aenderungen der Thätigkeit der Muskeln. Eine zweite Reihe hat ihre Endschlingen in sensibeln Organen; ihre Thätigkeit ist durch kein Mittel objectiv wahrnehmbar, sie äußert sich nur, so lange das Selbstbewußtseyn sich erhält und die organischen Bedingungen, worauf der Zusammenhang desselben mit den Sinnen beruht, ungestört sind, durch eine eigenthümliche Form des Bewußtseyns, der Anschauung oder Empfindung. Es giebt verschiedene specifische Arten der Empfindung, Gesicht, Gehör, Geruch, Geschmack, Getast, und wenigstens unter den Empfindungen des Getastes wieder verschiedene Varietäten; darnach unterscheidet man in der Classe der Sinnes- oder sensibeln Nerven verschiedene Arten und Varietäten, und nennt die Anschauungsform, die jeder Sinn uns giebt, seine specifische Energie. Sie ist nicht weiter zu definiren und, wo das Organ fehlt, durch Nichts zu ersetzen. Die Modificationen in den Zuständen sensibler Nerven haben Modificationen der Anschauungsform zur Folge, eigenthümliche in jedem Sinnesorgane, und so besitzt jeder Sinn einen gewissen Bereich von Arten sich zu empfinden, die unter sehr verschiedenartigen Einflüssen immer wieder zum Vorschein kommen und außer welchen keine zum Vorschein kommen. So wechseln z. B. die Empfindungen der Hautnerven nur zwischen Gefühlen von Kälte, Wärme, Jucken, Hitze und Brennen, und jede innere Aufregung, jede Berührung, jede chemische Alteration dieser Nerven kann nur eine der genannten Sensationen oder eine der dazwischen gelegenen Abstufungen erzeugen [1].

In den peripherischen Nerven und, so viel man weiß, im Rückenmarke kommen keine Fasern vor, die nicht entweder motorisch oder sensibel wären. Im Gehirne dagegen scheint eine dritte Classe sich zu finden, deren Reizung weder zu Bewegungen, noch zu Empfindungen Anlaß giebt. Ich habe oben mitgetheilt, wie weit mittelst des physiologischen Experimentes die Nerven des Tastgefühles und der Bewegung sich in das Gehirn hinein verfolgen lassen. Es bleiben die Hemisphären, das Corpus callosum und einige andere Organe des großen Gehirnes übrig, die man reizen und

1 Dies bezieht sich aber nur auf die Hautnerven. Andere Nerven, welche man mit denselben unter der Benennung Gefühls- oder Tastnerven zusammenzustellen pflegt, z. B. die Nerven der Knochen, Muskeln, Hoden, Glottis rc. haben eine andere, eigenthümliche Weise, sich gereizt oder schmerzhaft zu fühlen. Vgl. Path. Unters. S. 224.

zerschneiden kann, ohne daß Zuckungen oder Zeichen von Schmerz erfolgen. Zwar könnten in den genannten Theilen Nerven der höheren Sinne, des Geruches, Gesichtes, Gehörs enthalten seyn, deren Verletzung nicht in der Weise peinlich ist, daß sie den Thieren Schmerzensäußerungen erpreßte: dagegen spricht aber, daß Gesicht und Gehör nach Exstirpation der Hemisphären entweder gar nicht verloren gehen oder sich doch später wieder herstellen; der Sinn des Geruches wird freilich durch Zerstörung der vorderen Lappen vernichtet. Durch Exclusion gelangen wir zu dem Schlusse, daß die Hemisphären mit ihrer großen Commissur derjenigen Verrichtung dienen, welche wir, außer der Bewegung und Empfindung, an die Integrität des Nervensystemes geknüpft sehen, nämlich dem Denken, und viele Thatsachen kommen zur Bestätigung hinzu, die allmählig mit der Entwickelung der Intelligenz in der Thierreihe zunehmende Größe der Hemispären, Kleinheit und Schwinden derselben bei Blödsinnigen, Stumpfsinn bei Thieren, welchen man sie abgetragen hat, endlich der Verlust der Wechselwirkung zwischen dem Denken einerseits und den empfindenden und beweglichen Organen andrerseits, sobald der Zusammenhang der Nerven mit dem großen Gehirne, z. B. in den Hirnschenkeln unterbrochen ist [1].

1 Mehrere Physiologen haben auch anderen Organen des Gehirnes Antheil an den Seelenfunctionen zugeschrieben, namentlich dem Cerebellum, den Seh- und Streifenhügeln. Sobald aber ein Organ, wie bei diesen der Fall ist, empfindende und bewegende Fasern enthält, so ist der Beweis, daß Fasern der dritten Art darin enthalten seyen, nicht mehr zu führen. Die meisten Anhänger hat nach den vielfach bestätigten Versuchen von Flourens (s. Müll. Physiol. I, 849. Budge, a. a. O. S. 63) die Ansicht gewonnen, daß das kleine Gehirn Sitz des Willens, gewissermaßen Regulator der willkürlichen Bewegungen sey, weil Thiere nach Verletzungen desselben zwar noch Ortsbewegungen versuchen, aber meist das Gleichgewicht zu halten nicht im Stande sind und, wenn nur eine Seite verletzt ist, sich nach der verletzten Seite herumwälzen. Es ist dagegen zu bemerken, 1. daß dieselben Erscheinungen sich auch nach Durchschneidung vieler anderer Theile einstellen, namentlich der Crura cerebelli ad pontem (*Magendie, Syst. nerv. I, 266*), der Brücke (Hertwig, Exp. de effect. laesionum etc. p. 21), Vierhügel (Müll. Phys. I, 847), der Thalami optici (*Magendie, a. a. O. I, 248*). 2. Können die abnormen Bewegungen in einer Art von Schwindel beruhen. Flourens bemerkt, daß auch unverletzte Tauben, welchen man ein Auge zubindet, sich im Kreise drehen. Schwindel entsteht, meiner Ansicht nach, jedesmal, wenn die Augenmuskeln sich bewegen, ohne daß wir es gewußt oder gewollt haben. Die Gegenstände bewegen sich über das Gesichtsfeld und da wir uns keiner Bewe-

Sieht man vorläufig ab von den Endschlingen, so ist jede Nervenfaser von ihrem Ursprunge im Gehirne bis zur Peripherie anatomisch isolirt. Sie ist es auch physiologisch, denn jede kann für sich gereizt werden und für sich wirken, ohne daß die benachbarten Nerven daran Theil nehmen. Ein einzelner Punkt wird fühlend, sehend empfunden (bei Sinnen, die keine Anschauung der Oertlichkeit geben, wie Gehör, Geruch und Geschmack, kann natürlich auch von Unterscheidung derselben nicht die Rede seyn), ein einzelnes Muskelbündel wird vom Nervenstamme aus in verstärkte Contraction versetzt. Im Rückenmarke und Gehirne ist zwar die Möglichkeit gegeben, daß die Nerven einander ihre Erregungszustände

gung des Auges an den Gegenständen hin bewußt sind, so scheinen die Gegenstände selbst zu schwanken. In geringem Grade tritt diese Scheinbewegung schon ein, wenn der Kopf durch leise zuckende Contractionen der Halsmuskeln oder durch lebhaften Pulsschlag seine Lage verändert. Sie ist bekanntlich sehr auffallend, wenn man sich eine Zeitlang mit offenen oder geschlossenen Augen nach einer Richtung hin gedreht hat. Die Augen, gewohnt der Bewegung nach der Seite hin, wohin sie erfolgt, etwas voranzugehen, werden durch die Muskeln dann noch nach derselben Richtung hingezogen, wenn der Körper stille steht, und deshalb drehen sich die Objecte scheinbar ruckweise nach der entgegengesetzten Richtung. Die Folge solcher Scheinbewegungen ist: 1. Ueberraschung, Schreck und Lähmung, nicht geringer, als wenn man Thürme und Mauern bei einem Erdbeben wirklich schwanken sähe. 2. Unvermögen, sich zu bewegen und aufrecht zu halten, weil die Punkte, nach welchen man seine Bewegungen richtet, auf welche man gleichsam zusteuert, keinen festen Halt gewähren. Es bedarf schon einer gewissen Anstrengung, um in vollkommener Finsterniß vorwärts zu schreiten, und wenn allgemein lähmende Einflüsse das Nervensystem getroffen haben, in der Furcht, nach Narkotisation durch Tabak, sowie bei beginnender Tabes, wird die Bewegung ganz unsicher, schwankend, ja unmöglich. Aus demselben Grunde verläßt Manchen der Muth und die Kraft zum Gehen und Stehen auf Höhen, wo es an einem sicheren Fixationspunkte fehlt, und die Unsicherheit des Blickes kann auch hier eine Scheinbewegung der Objecte veranlassen. 3. Eine nicht weiter erklärliche Neigung, den Bewegungen der Augen mit dem ganzen Körper zu folgen, daher Kinder sich unwillkürlich bei dem Schwindel, der durch Drehen erzeugt ist, weiter drehen. So geht es auch wohl den Thieren. Verletzungen des Gehirnes, der Brücke, der Vierhügel ziehen aber immer Krämpfe, d. h. unbewußte Contractionen der Augenmuskeln nach sich. In der Regel steht, wie alle Beobachter anmerken, ein Auge nach oben, das andere nach unten. Demnach sind die sonderbaren Bewegungen der verletzten Thiere nur Folge der Convulsion oder Lähmung gewisser Bewegungsnerven des Auges. Sie lassen zuweilen nach einiger Zeit nach, wenn die Krämpfe aufhören oder die Thiere sich an die Scheinbewegung gewöhnt haben.

mittheilen, doch geschieht dies auch nicht immer und bei den meisten nur unter besonderen Bedingungen, wovon später.

Jede Faser ist, außer einigen geringen Variationen des Durchmessers, vom Gehirne bis zur Peripherie anatomisch gleichartig und so ist ihre physiologische Function an allen Stellen dieselbe. Es ist ganz gleich, ob man eine motorische Faser im Gehirne und Rückenmarke, oder an irgend einer Stelle ihres Verlaufes in den Nervensträngen oder innerhalb des Muskels reize, immer wird sie den Muskel zum Zucken bringen. Eine empfindliche Faser erregt Schmerz, gleichviel ob sie in der Haut, im Nervenstamme oder in den Centralorganen gereizt werde, und der Sehnerve fühlt sich leuchtend, wenn ein Reiz die Netzhaut trifft oder wenn seine Fasern in der Augenhöhle durchschnitten oder im Thalamus durch Congestion oder Geschwulst gedrückt werden. Es hat demnach jedes Stück einer Nervenfaser die Kräfte der ganzen Faser; in der That erhält sich nach theilweiser Zerstörung derselben die Function in einem Stumpfe vielleicht in dem kleinsten Reste. Besondere Umstände machen es schwer, den vollständigen Beweis dafür bei jeder Art von Nerven zu führen; wendet man aber, was sich in einem Falle ermitteln läßt, auf die analogen Fälle an, so darf man den Satz wohl als einen allgemeinen aussprechen. Wenn ein motorischer Nerve durchschnitten wird, so kann das peripherische Ende nicht mehr auf willkürliche Intention, wohl aber auf andere Reize die Muskeln bewegen, das kleinste Stückchen Muskel zuckt, wenn es noch ein Fragment von Nervensubstanz enthält. Allerdings wird nach längerer oder kürzerer Zeit der Nerve gelähmt, allein nur, weil ihm die Bedingungen der Ernährung fehlen; trennt man ihn im Rückenmarke durch einen Querschnitt oder wird zufällig, durch eine Krankheit sein Verlauf im Rückenmarke unterbrochen, so bleibt der peripherische Theil nicht nur reizbar, er kann selbst spontane Krämpfe und Contractur der Muskeln veranlassen, in welche er sich verbreitet[1]. Ob der centrale Theil motorischer Nerven, deren peripherische Partie nebst den zugehörigen Muskeln entfernt ist, sich in dem Zustande erhalte, in welchem sich der wirksame Nerve befindet, und ob Reizungen des centralen Theiles noch dieselben Veränderungen in dem Nervenstumpfe bewirken, welche sonst Contraction zur Folge gehabt haben würden, läßt sich begreiflicher Weise nicht direct entscheiden.

[1] Pathol. Unters. S. 128.

Hier wenden wir uns an die sensibeln Fasern. Diese dürfen bis zum Rückenmarke und weiter in dasselbe hinein vernichtet werden, ohne ihre Lebenseigenschaften einzubüßen. Der Nervenstumpf, die centrale Schnittfläche des Rückenmarkes bleiben reizbar und empfindlich [1], der Rest von Sehnerven nach Exstirpation des Bulbus giebt, wenn er sich entzündet, Anlaß zu Gesichtsphantasmen [2]. Solche kommen noch vor, wenn die Sehnerven bis ins Gehirn hinein atrophisch sind [3], sowie bekanntlich gelähmte und selbst amputirte Theile wie vorhanden gefühlt werden und oft zu schmerzen scheinen. Was in den peripherischen Stücken getrennter Empfindungsnerven vorgeht, darüber vermag keine Beobachtung Aufschluß zu geben, jedoch wissen wir so viel, daß sensible Nerven, so lange sie noch durch das Nervenmark mit den motorischen in Verbindung stehen, Reflexbewegungen erzeugen. Sie müssen also wenigstens die Fähigkeit behalten, auf Reize in denjenigen Zustand zu gerathen, der Bedingung des Bewußtwerdens ist, wenn sie mit dem Organe des Bewußtseyns zusammenhängen. Selbst von den eigentlich psychischen Functionen läßt sich zeigen, daß sie in verstümmelten Theilen der Nervensubstanz, an welche sie gebunden sind, noch ungetrübt von Statten gehen. Es fehlt nicht an Fällen, wo Menschen mit Atrophie oder anderartiger krankhafter Zerstörung einer Hemisphäre oder nach Verlust von Stücken des großen Gehirnes oder nach Verletzungen desselben durch Kugeln u. dgl. in ihren geistigen Verrichtungen in keiner Weise beeinträchtigt waren. Bei Thieren tritt Stumpfsinn dann erst ein, wenn beide Hemisphären weggenommen sind, und es scheint, daß die Zerstörung vollständig seyn muß, da

[1] Volkmann (Müll. Arch. 1840. S. 528) behauptet, daß das centrale Stück eines durchgeschnittenen Nerven nach längerer Zeit seine sensible Fähigkeit verliere, ohne anzugeben, ob dies das Ergebniß eigener Untersuchungen sey. Vielleicht entarten zuweilen die in der Narbe gelegenen Enden der Primitivfasern eine Strecke weit. Daß dies nicht immer der Fall sey, kann man an Amputationsstümpfen sehen.

[2] Lincke, Tract. de fungo medullari oculi. Lips. 1834.

[3] J. Müller, Phantast. Gesichtserscheinungen. S. 30. Steifensand, v. Ammon's Zeitschr. 1838. S. 116. Blindgeborene und Solche, welche zwischen dem fünften und siebenten Lebensjahre blind geworden sind, träumen nicht von Gesichtsvorstellungen. Dies erklärt sich theils aus dem Verluste des Gedächtnisses, theils aus dem Unvermögen, Organen, welche uns nicht mit der Außenwelt in Beziehung setzen, die Aufmerksamkeit zuzuwenden.

es Magendie einigemal begegnete[1], daß Thiere, welche er auf diese Weise verstümmelt hatte, sich nach wie vor bewegten und freiwillig Nahrung zu sich nahmen.

Die bis jetzt mitgetheilten Thatsachen beweisen, daß jede Faser gleichartig ist vom Gehirne bis zu demjenigen Punkte, wo sie nach früheren Ansichten endigen sollte. Da aber an dem Orte ihrer peripherischen Entfaltung, in den Muskeln und Häuten, die Fasern nicht enden, sondern je zwei und zwei in einander übergehen, in mit anderen Worten, jede Faser an der Peripherie nur umbiegt und zum Centrum zurück läuft: so fragt es sich, ob auch die beiden Schenkel einer solchen Schlinge gleichartig sind oder ob die Faser, an der Peripherie angelangt, ihren physiologischen Charakter ändere. Die sensibeln Fasern scheinen allein bestimmt, Eindrücke von den äußeren Theilen zum Gehirne zu leiten, man hat sie deshalb auch centripetale genannt; die motorischen Fasern dagegen überbringen, in centrifugaler Richtung, Befehle des Gehirnes den Muskeln. Erwägt man nun, wie Empfindung Bewegungen zur Folge hat und wie Bewegungen, wenigstens die heftigeren und krampfhaften, zu Empfindungen Anlaß geben, so muß man auf den Gedanken kommen, daß von beiden Schenkeln einer Faser der eine centrifugal, also motorisch, der andere centripetal, sensibel sei. Hat man sich einmal nachgegeben, das Unbekannte, was in den Nerven wirkt, unter dem Bilde eines strömenden Fluidum oder Principes sich vorzustellen, so liegt die Vergleichung mit dem Gefäßsysteme nahe und man mag sich das Fluidum in dem arteriellen motorischen Schenkel hin-, in dem venösen oder sensibeln zurückfließend denken. Anregung der Strömung in der einen Richtung würde dann nicht verfehlen, die Strömung in der anderen lebhafter zu machen.

Zwar glaube ich schon bewiesen zu haben, daß die Erscheinungen der Sympathie überhaupt nicht aus einem directen Zusammenhange der consensuell erregbaren Fasern zu begreifen seyen. Ich kann indeß nicht unterlassen, den Gegenstand mit specieller Beziehung auf ein so wichtiges und räthselhaftes Factum, wie die Schlingenbildung ist, nochmals zur Sprache zu bringen. Die peripherischen Endschlingen könnten nur erklären, wie auf Bewegung Empfindung folgt; um in derselben Weise die Bewegung auf

1 *Syst. nerv. I, 234. 254.*

Empfindung zu erklären, müssen ähnliche Uebergänge der Fasern ineinander auch am centralen Ende angenommen werden. Ich sage angenommen, obgleich Valentin und Carus Umbiegungsschlingen an der Oberfläche des großen und kleinen Gehirnes aufgefunden zu haben versichern. Affirmativen Beobachtungen dieser Forscher würde ich meine und Anderer negative Resultate nicht gegenüber zu stellen wagen, allein daß die centralen Schlingen Umbiegungen der sensibeln und motorischen Nerven sind, haben Valentin und Carus nicht bewiesen, und von den Schlingen, die an den Hemisphären des großen Gehirnes vorkommen, läßt sich vielmehr das Gegentheil beweisen, dadurch, daß Reizung der Hemisphären weder Schmerz, noch Bewegung hervorruft. Aber zugegeben, daß durch centrale Schlingen je zwei Körpernerven verbunden würden, so kann diese Anordnung doch nicht die Ursache seyn, daß die Erregung von sensibeln Nerven auf motorische übergeht. Es ist aus anatomischen und physiologischen Thatsachen gewiß, daß sowohl die motorischen, als die sensibeln Nerven der unteren Extremitäten bis ins Gehirn sich erstrecken, erst im Gehirne dürften also die centralen Umbiegungsschlingen der genannten Nerven zu finden seyn; die Reizung der sensibeln Fasern des Fußes theilt sich aber, wie bereits bemerkt, den motorischen mit, wenn das Rückenmark mitten durchschnitten, also die präsumirte Uebergangsstelle entfernt und der unmittelbare Zusammenhang des centripetalen und centrifugalen Schenkels aufgehoben ist. Folglich kann das Phänomen der Reflexbewegung uns nicht bestimmen, den beiden Schenkeln einer Nervenschlinge verschiedene Kräfte zuzuschreiben. Ob diese Hypothese besser unterstützt werde durch die Empfindungen, welche Muskelcontractionen begleiten, soll jetzt genauer untersucht werden.

Schon im Jahre 1836 stellte Stromeyer in seiner Schrift über Paralyse der Inspirationsmuskeln den Satz auf, daß, wie auf Empfindung Bewegung, so umgekehrt auf Bewegung Empfindung folgen könne und daß sowohl willkürliche als unwillkürliche Bewegungen sympathisch die sensibeln Nerven reizen. Mir schien es unmöglich, eine solche Uebertragung zu beweisen, weil motorische Nerven nicht von außen, sondern von innen erregt werden und demnach die Empfindungen, welche Bewegungen begleiten, von der gleichen inneren Ursache, wie die letzteren, veranlaßt seyn können. Ich muß bekennen, daß mir dieser Zweifel durch die neuen That-

sachen, welche Stromeyer seitdem mitgetheilt hat[1], so interessant sie an sich sind, nicht ganz gehoben scheint. Stromeyer nimmt an, daß die Muskeln der Sinne, des Auges, Ohres, der Zunge u. s. f. nicht blos deshalb vorhanden seyen, um die Lage der Sinnesorgane mechanisch zu verändern, sondern damit durch ihre Intention die Empfänglichkeit der Sinnesorgane erhöht werde. Da aber die Nothwendigkeit jener Muskeln aus ihren mechanischen Wirkungen recht wohl begriffen werden kann, so wird sich schwer darthun lassen, daß die Natur noch etwas Anderes damit beabsichtigt habe. Factisch ist es, daß mit der Schärfung der Sinne gewisse Bewegungen zusammenfallen (Spüren, Ohrenspitzen, Runzeln der Stirn u. dgl.), allein es ist die Aufmerksamkeit, welche sowohl die Sinne empfänglicher macht, als auch, bewußt oder unbewußt, die Zusammenziehung der Muskeln bedingt. Die Schmerzen, welche Krämpfe begleiten, namentlich den Knieschmerz bei Coxalgie mit krampfhafter Beugung des Hüftgelenkes, leitet Stromeyer selbst mit den Krämpfen aus derselben Quelle ab; er betrachtet sie beide als reflectirt und als Grund beider die Reizung sensibler Nerven des Hüftgelenkes durch die Entzündung[2]. Merkwürdig ist aber, daß der Schmerz stärker wird bei Versuchen, die in krampfhafter Zusammenziehung begriffenen Muskeln zu strecken, und daß er beseitigt wird, wenn man die contrahirten Muskeln oder ihre Sehnen durchschneidet. Von dem Schmerze, der den Krampf des Sphincter bei Fissura ani begleitet, ist dies schon durch Boyer bekannt. Es sollte wirklich zu dem Schlusse führen, daß die Erregung des sensibeln Nerven durch die Thätigkeit des motorischen bedingt sey. Allein der Versuch ist nicht so rein, wie er auf den ersten Blick scheint. Es läßt sich nicht einsehen, warum ein Muskelkrampf aufhört, wenn die Sehne abgeschnitten ist, denn die Structur des Muskels und der motorischen Nerven wird dadurch nicht verändert, der Muskel bleibt reizbar, aber er ist schlaff und dem Einflusse des Willens entzogen[3]. Es muß also in der Spannung des zusammengezogenen Muskels eine Veranlassung liegen, welcher Art sie auch sey, die den Krampf unterhält und diese kann auch die Neuralgie unterhalten. Vielleicht

1 De combinatione actionis nervorum et motoriorum et sensoriorum. Erlang. 1839. Bair. Corresp.-Blatt. Hft. 1.

2 De combin. p. 4.

3 Pirogoff, Ueber die Durchschneidung der Achillessehne. Dorp. 1840. S. 15.

ist es die Compression der durch den Muskel verlaufenden oder ihm angehörigen sensibeln Nerven. Daß der Gesichtsschmerz bei Solchen, welche daran leiden, durch Bewegungen der Gesichtsmuskeln beim Kauen, Sprechen u. s. w. hervorgerufen wird [1], spricht für das Zusammenwirken sensibler und motorischer Nerven. Einen merkwürdigen experimentellen Beweis dafür liefert van Deen [2]. Einem Frosche wurde die rechte Hälfte des Rückenmarkes etwas über dem Ursprunge der Nerven für den Vorderfuß, dann die linke Hälfte in der Gegend des dritten Wirbels durchschnitten. Willkürliche Bewegungen waren danach nur noch im Kopfe und im linken Vorderfuße möglich. Wurde die Haut am Kopfe gereizt, so kam der linke Vorderfuß, um den Reiz abzuwehren; bei sehr heftiger Anstrengung dieses Fußes, um von der Stelle zu kommen, geriethen aber auch die gelähmten Extremitäten in Bewegung, ja das Thier lief ein Stück vorwärts und sprang in die Höhe. Es könnte demnach scheinen, als sey die Lähmung des rechten Vorderbeines und der Hinterbeine unvollkommen gewesen, um so mehr, da auch noch Gefühl in denselben bestand. Nachdem ein Theil ihrer Nerven durchschnitten war, konnten die übrigen nur bei sehr heftiger Intention die Muskeln zur Zusammenziehung bringen, wie dies öfters in paralytischen Gliedern vorkommt. van Deen nennt aber die Bewegungen der gelähmten Beine unwillkürlich und reflectirt und er beweist es dadurch, daß sie ruhig blieben, nachdem die hinteren Wurzeln der noch beweglichen linken Vorderextremität durchgeschnitten waren. Hieraus ergiebt sich zugleich, daß die Empfindungsnerven des Vorderfußes an der Erregung seiner motorischen Nerven Theil nahmen, und es ist dies nicht etwa so auszulegen, als ob mit dem Willen zugleich eine Intention der sensibeln Nerven von innen aus stattfände, denn dann hätte die Durchschneidung der hinteren Wurzeln keinen Einfluß; die Action der sensibeln Nerven mußte von außen, durch die Contraction, angeregt seyn. Ob aber unmittelbar? van Deen ist der Meinung, daß die Bewegung des linken Vorderfußes von den Hautnerven desselben empfunden und durch diese der Eindruck auf das Rückenmark reflectirt werde. Wie die Haut eine Bewegung empfinden soll, kann man sich schwer vorstellen; dagegen dürfte das Anstemmen der Extremität bei ange-

[1] Romberg, Lehrbuch d. Nervenkrankheiten. Berl. 1840. I, 34.
[2] a. a. O. *VII, 61. Exp. 47.*

strengten Bemühungen, zu gehen oder zu springen, als ein hinreichend heftiger Reiz auf die Gefühlsnerven anzusehen seyn.

Aber selbst die normale Thätigkeit der Tastnerven ist nach der Durchschneidung entsprechender Muskeln und Muskelsehnen, z. B. das Tastgefühl des Daumens nach Durchschneidung des Flexor pollicis, beeinträchtigt, die Haut wird taub oder pelzig. An diese Thatsache, deren Kenntniß wir ebenfalls Stromeyer verdanken, schließt sich vielleicht eine Beobachtung, welche van Deen mittheilt [1], daß nämlich bei Fröschen, welchen man die vorderen Nervenwurzeln durchschnitten oder die vorderen Stränge weggenommen hat, Reizungen der Haut viel später zum Bewußtseyn gelangen oder wenigstens später Aeußerungen des Schmerzes zur Folge haben, als bei unversehrten Thieren. Solche Facta sprechen viel entschiedener für einen Zusammenhang centripetaler und centrifugaler Nerven, denn sie scheinen zu beweisen, daß die Function der einen an die Integrität der anderen gebunden ist. Es giebt Versuche, welche umgekehrt darthun, wie die Bewegungen durch Vernichtung der Empfindung beeinträchtigt werden. Jedesmal, nachdem die Aeste des Quintus in der Schädelhöhle durchschnitten worden waren, sah Magendie [2] die Muskeln des Gesichtes gelähmt, die Augen starr und unbeweglich, die Zunge aus dem Maule hängend, jedoch schlossen sich zuweilen die Augenlider, wenn plötzlich helles Licht die Augen traf. Diese Lähmung kann nicht allein daher rühren, daß das Gefühl in dem Gesichte und den übrigen Organen, gewissermaßen das Bewußtseyn ihrer Existenz verloren war, sonst müßten alle empfindungslosen Theile unbeweglich seyn. Es ist aber auch keine Lähmung der motorischen Kraft, sondern nur des Willenseinflusses, denn sonst wäre das Gesicht, wenn ein Nerve durchschnitten ist, nach der anderen Seite hin verzogen, wie nach Durchschneidung des N. facialis [3].

Diesen Thatsachen, deren Deutung noch manchen Bedenken unterliegt, kann man eine lange Reihe von Erfahrungen entgegenstellen, welche keinen Zweifel darüber lassen, daß die Functionen

1 a. a. O. *VII*, *89*.

2 *Syst. nerv. II*, *31. 38. 43.*

3 Stilling (Spinalirrit. S. 183) hält die Unbeweglichkeit des Auges für krampfhaft, tetanisch, Folge der Reizung des Quintus am centralen Ende. Aber die Augen stehen in Krämpfen nicht gerade, sondern sie schielen. Auch paßt die Erklärung nicht auf die Zunge.

sensibler und motorischer Nerven sich unabhängig von einander erhalten können. Die vielen Fälle, wo Verlust der Bewegung bei vollkommener Empfindung besteht und umgekehrt, haben ja eben Bell zu seiner großen Entdeckung geführt. Einen anderen Grund gegen die Verbindung motorischer und sensibler Fasern durch die Endschlingen hat bereits Volkmann geltend gemacht[1]. Er bemerkt, daß in vielen Theilen, z. B. den Häuten, Sinnesorganen u. a. Endschlingen vorkommen, wo keine Bewegungen bemerkbar seyen, es müsse also rein sensible Endschlingen geben, sowie aus entsprechenden Gründen die Annahme rein motorischer Schlingen in den Muskeln nicht unwahrscheinlich sey. Versteht man unter Bewegung, wie bisher geschah, nur die Contractionen des eigentlichen Muskelgewebes und unter Empfindung nur die Energien der eigentlichen Sinnesnerven, so ist dieser Satz vollkommen richtig. Es giebt nur wenig Organe, z. B. den Magen, Darm und ähnliche, wo eine Nervenschlinge zugleich der Haut und der Muskelschicht anzugehören scheinen kann. Am Kopfe, an den Extremitäten ist es aber anatomisch gar nicht zu begreifen, wie eine centrifugale, motorische Faser, nachdem sie im Muskel ihre Schlinge gebildet hat, es anfangen soll, um auf ihrem centripetalen Wege noch zu einem Sinnesorgane oder zur Haut zu gelangen. Die Fasern, welche in Muskeln Schlingen gebildet haben, kehren wieder in ihren Stamm zurück und eben so diejenigen, deren Schlingen der Haut angehören. Schon aus diesem Grunde ist es also unstatthaft, anzunehmen, daß Ein Schenkel einer Schlinge im gewöhnlichen Sinne motorisch und der andere im gewöhnlichen Sinne sensibel sey.

Allein es existiren in der That in den Sinnesorganen, namentlich in der Cutis, bewegliche Theile, Gefäße und Bindegewebe, und von den Muskeln könnte man annehmen, daß der centripetale Theil ihrer Fasern nicht die Energie des eigentlichen Tastgefühles, sondern irgend eine andere habe, vielleicht die Energie, den Contractionsgrad der Muskeln wahrzunehmen, für welche man schon oft den Muskeln eigene Empfindungsnerven zugetheilt hat. So gäbe es doch differente Schenkel an jeder Schlinge? Ich glaube auch diese Ansicht bei näherer Betrachtung wieder aufgeben zu müssen. Denn 1. würde, um den Consensus zwischen sensibeln und Gefäßnerven oder Nerven des Bindegewebes, wie er besteht, zu erklären,

1 Müll. Arch. 1840. S. 524.

die Existenz der peripherischen Schlingen nicht genügen und es müßten centrale supponirt werden, wogegen ich bereits das Nöthige erinnert habe. 2. Könnte unter der Voraussetzung eines solchen Zusammenhanges wohl begreiflich werden, wie sensible und Gefäßnerven gleichzeitig erregt, nicht aber wie durch Erregung der einen die anderen gelähmt werden, was doch viel häufiger geschieht. Was endlich 3. das Bewußtseyn der Muskelzusammenziehung betrifft, so hoffe ich später zu zeigen, daß dieses ohne sensible Nerven möglich ist.

So bleibt also nichts übrig, als anzunehmen, daß die beiden Schenkel jeder Nervenschlinge gleichartig seyen und daß jede Faser von ihrem Ursprunge in den Centralorganen bis zu ihrem Ende in denselben (wenn Ursprung und Ende existiren) dieselben motorischen oder specifisch sensibeln Eigenschaften habe. Von einigen Fasern ist dies bereits experimentell nachgewiesen, ich meine die oben nach Magendie und Volkmann beschriebenen Schlingen sensibler Fasern zwischen je zwei Nervenstämmen oder je zwei Wurzeln desselben Nervenstammes. Die letzteren sind sensibel schon in den vorderen Strängen des Rückenmarkes, dann in den vorderen Wurzeln und in den hinteren Wurzeln, es ist also kaum zweifelhaft, daß auch der zwischen den Endstücken in den Wurzeln gelegene mittlere Theil, dessen Verlauf noch nicht bekannt ist, die Energie der Tastnerven habe. Eins ist übrigens noch zu bedenken, ob man nämlich recht thue, die eben erwähnten Nervenbogen den Schenkeln und Schlingen anderer Nerven gleichzusetzen, ob sie nicht eher den Schenkeln allein entsprechen und ihre Endschlingen in den vorderen Rückenmarksträngen liegen, die doch eigentlich den Ort ihrer peripherischen Verbreitung darstellen.

Die bisherige Untersuchung hat ergeben, daß jede Nervenfaser einen steilen Bogen mit zwei verhältnißmäßig sehr langen Schenkeln bildet; man könnte sie sich unter dem Bilde eines Hufeisens vorstellen, dessen Seitenäste zu einer bedeutenden Länge ausgezogen wären. Ich muß nun nochmals auf die bereits im Vorübergehen berührte Frage zurückkommen, ob die Seitenäste in den Centralorganen frei enden, oder ob sie wieder zum Bogen geschlossen sind. Früher wurde nur gezeigt, daß differente Fasern nicht durch centrale Schlingen zusammenhängen oder doch, daß durch die Annahme solcher Schlingen Nichts für die Erklärung der physiologischen Vorgänge gewonnen wird. Jetzt handelt es sich darum, ob nicht etwa

zwischen identischen Fasern eine Verbindung im Gehirne bestehe. Man hat bis jetzt keine freien Enden, wohl aber Schlingen im Gehirne gefunden. Dies spricht für die letztere Ansicht. Es ist aber nicht gewiß, ob die schlingenbildenden Fasern Fortsetzungen der Körpernerven sind, und wenn sie es wären, so ist durch die anatomische Untersuchung vielleicht nie festzustellen, ob die centralen Schlingen je zweien Schenkeln einer peripherischen Schlinge angehören, in welchem Falle jede Nervenfaser eine gestreckte Ellipse darstellen würde, oder ob die Schenkel differenter Schlingen in einander übergehen, wonach sämmtliche Nervenfasern Theile einer einzigen, continuirlichen, hin und wieder gewundenen Faser wären. Eine physiologische Erfahrung könnte Aufschluß zu versprechen scheinen. Nach einem queren Schnitte durch das Rückenmark sind die unter der Trennungsstelle austretenden Nerven zwar dem Einflusse des Willens entzogen und nicht mehr im Stande, Gefühlseindrücke zum Bewußtseyn zu bringen, sie behalten aber ihre eigenthümlichen Kräfte, denn die Muskeln, die von jenen Nerven abhängen, bleiben reizbar und die Hautnerven leitend und vermitteln reflectirte Bewegungen. Man darf aber hieraus nicht schließen, daß keine centralen Schlingen vorhanden, sondern nur, daß sie für die Thätigkeit der Nerven unwesentlich sind. Dasselbe Resultat in Betreff der peripherischen Schlingen liefert uns ein anderer Versuch. Man darf die peripherische Ausbreitung eines Sinnesnerven, somit auch seine Endschlingen exstirpiren, wie bei der Amputation eines Gliedes geschieht, und der Nervenstumpf büßt doch seine Function nicht ein. Demnach lassen wir es auf sich beruhen, wie die Primitivfasern in dem Gehirne sich verhalten mögen, und begnügen uns damit, zu wissen, daß die Schlingen, mögen sie existiren oder nicht, zur Erklärung der Nerventhätigkeit nicht zu benutzen sind und daß eine Nervenphysiologie, welche dieselben postulirt, entweder auf einer irrigen Voraussetzung beruht oder eine richtige Voraussetzung unrichtig auslegt.

Es läßt sich dies sogleich anwenden gegen die Theorie der Circulation eines Nervensaftes, welche schon den älteren Physiologen geläufig war und nach der Entdeckung der Nervenschlingen und des röhrigen Baues der Nerven wieder auflebt. Nicht zu gedenken, wie schwer der zähe Nerveninhalt in Bewegung zu setzen seyn muß und daß wir im Bereiche des Nervensystemes eine bewegende Kraft nicht kennen: so beweist die Fortdauer der Nervenwirkung in den Röhren,

deren Continuität unterbrochen ist, daß hier nicht von einem eigentlichen Kreislaufe, noch weniger von einer constanten Richtung desselben die Rede seyn könne. In den verstümmelten Nervenröhren würde höchstens ein Hin- und Widerströmen des Inhaltes stattfinden; ein solches anzunehmen, sehe ich keinen Grund.

Demnach werden wir auch den Unterschied zwischen sensibeln und motorischen Nerven nicht etwa darin suchen, daß die Richtung der Strömung des Nervensaftes in beiden verschieden wäre. Wenn jede Nervenfaser eine geschlossene Ellipse ist, so hätte jede einen centripetalen und einen centrifugalen Schenkel, und man kann sich nicht vorstellen, daß es einen Unterschied der Wirksamkeit begründe, ob die Strömung durch die Ellipse von links nach rechts oder umgekehrt stattfinde. Wenn aber die Fasern keine Ellipsen sind, so fällt auch die Strömung weg.

Abstrahirt man indeß auch von dem Gedanken an eine Strömung des Nerveninhaltes, so ließe sich doch annehmen, daß derselbe fähig sey, gleich der Luft oder dem Wasser, ohne eigentliche Ortsbewegung in Schwingungen oder Oscillationen zu gerathen, daß diese Schwingungen in den motorischen Nerven eine centrifugale, in den sensibeln eine centripetale Richtung hätten und daß deshalb die Reize durch motorische Nerven vom Gehirne zu den Muskeln, durch sensible von der Peripherie zum Gehirne geleitet würden. Schwingungen oder etwas der Art, wodurch eine Veränderung von einem Punkte einem entfernten Punkte mitgetheilt werden kann, muß man allerdings in den Nerven zugeben, weil von jeder Stelle der geeigneten Nerven bewußte Empfindung oder Muskelcontraction erregt werden kann, obgleich jene erst durch Contact mit dem Gehirne und diese durch Contact mit dem Muskel möglich ist. Aus demselben Grunde muß es scheinen, als ob die Schwingungen, auch wenn sie von jedem Punkte eines gereizten Nerven nach beiden Richtungen sich verbreiten, in den motorischen Nerven nur von innen nach außen, in den sensibeln nur von außen nach innen sich fortpflanzten. Denn nur auf die nach außen gerichteten Oscillationen reagirt der Muskel durch Contraction, nur auf die nach innen gerichteten wird die Empfindung bewußt, und es würde am Muskelnerven die nach innen, am Sinnesnerven die nach außen fortgepflanzte Erregung der Wahrnehmung entgehen. Indeß geben einige Versuche Anlaß, anzunehmen, daß motorische Nerven wirklich nur in centrifugaler, sensible nur in centripetaler Richtung

zu leiten im Stande seyen. J. Müller konnte an Fröschen, welche durch Vergiftung in den Zustand versetzt waren, in welchem Erregung eines Nerven sich innerhalb der Centralorgane leicht den anderen Nerven mittheilt, allgemeine Krämpfe durch Reizung des Schenkelnerven nur dann hervorbringen, wenn die hinteren Wurzeln unversehrt waren. Waren diese durchschnitten, so blieb die Reizung des Schenkelnerven, der jetzt nur noch durch seine vorderen Wurzeln mit dem Rückenmarke zusammenhing, ohne Erfolg [1]. Wenn die Erregung der vorderen motorischen Fasern sich zu ihren centralen eben so, wie zu ihren peripherischen Enden fortpflanzen könnte, so hätten auch von ihnen aus die übrigen motorischen Nerven in Thätigkeit versetzt werden müssen; dies zu erwarten ist man um so mehr berechtigt, da nach der Narkotisation die Bewegungsnerven, die durch den Willen vom centralen Ende aus gereizt werden, die benachbarten Fasern allerdings zur Mitwirkung bestimmen, so daß Mitbewegungen leichter erfolgen [2].

Die Empfindungsnerven betreffend, so lehren die Beobachtungen von Magendie, daß die Fasern, die aus den vorderen Strängen in die hinteren übergehen, nur in der Richtung von jenen zu diesen erregbar sind, sowie auch Volkmann, wenn er die von ihm entdeckten Schlingen durchschnitt, meist nur durch Reizung des einen Schnittendes Schmerz erwecken konnte, während das andere unempfindlich geworden war [3]. Aus diesen Thatsachen folgt zwar nicht nothwendig, daß die genannten Nerven nur centripetal leiten, denn es kann seyn, daß der eine Theil derselben nicht bis zum Gehirne, ja nicht einmal ins Innere des Rückenmarkes sich fortsetzt, sondern nur der Oberfläche des letzteren angehört. Dagegen scheint mir die einseitige centripetale Leitung der Empfindungsnerven unwiderleglich dadurch bewiesen, daß bei reizbaren Thieren nach der Enthauptung keine Reflexbewegungen entstehen, wenn die hinteren Stränge des Rückenmarkes an der Durchschnittsstelle selbst gereizt werden [4].

1 Physiol. I, 733.

2 Pathol. Unters. S. 133.

3 An der Anastomose zwischen dem Accessorius und dem zweiten Halsnerven blieben beide Enden empfindlich. Der Gang der Nervenleitung war also hier ein doppelter, aber, wie man aus dem Resultate der anderen Versuche schließen muß, durch verschiedene Nerven.

4 v. Deen, a. a. O. *V, 151. Exp. VI. VII.* Kürschner in Müll. Arch. 1841. S. 120.

Da nun die beiden Schenkel einer Schlinge sich als gleichartig erwiesen, so folgt hieraus, daß in beiden die Schwingungen gleiche Richtung haben, daß sie in motorischen Nerven einander in der peripherischen Endschlinge begegnen, in sensibeln von der peripherischen Endschlinge ausgehen [1].

Wenn in der Classe der sensibeln Nerven so wenig Verschiedenheiten vorkämen, wie in der Classe der motorischen Nerven, so wäre es möglich, sich vorzustellen, daß die Differenz zwischen beiden Classen allein in der Richtung der Schwingungen beruhe, und weiter könnte man fragen, ob nicht auch diese Differenz nur einerseits durch die Einwirkung einer Substanz, mit welcher die Nerven in den Centralorganen in Verbindung stehen, andrerseits durch das Gewebe, in welchem sie sich verbreiten, bedingt sey. Die Nervenröhren wären alsdann physiologisch identisch, wie sie es nach ihren äußeren, sinnlichen Charakteren sind. Da es nun centripetale Nerven von verschiedenen Energien giebt, so müssen außer der Richtung der Schwin-

[1] Ich kann nicht unterlassen, hier einiger Erscheinungen zu gedenken, welche der Annahme von Schwingungen in sensibeln Nerven ganz besonders günstig scheinen. Bekanntlich entstehen Reflexbewegungen nur schwer beim Durchschneiden eines Nerven und so bewirkt auch Stechen, Schneiden, heftiger Druck auf die Haut nicht leicht Zucken oder Irradiation der Empfindung, die doch bei den meisten Subjecten auf leises wiederholtes Bestreichen der Haut nicht ausbleibt. Am Darme sind durch heftigen Reiz nur locale Stricturen hervorzubringen, Kitzeln einer nicht größeren Stelle veranlaßt ausgedehnte peristaltische Bewegung. Es scheint also, daß wir dadurch lebhaftere oder anhaltendere Oscillationen hervorbringen. In der That dauert die Nachwirkung des Kitzelns lange, man fühlt sich genöthigt, durch einen sanften Druck, durch Auflegen der flachen Hand die aufgeregte Empfindung zu beschwichtigen, und wenn man sich mit Willensanstrengung recht lange enthalten hat, so geschieht es oft noch unwillkürlich im ersten unbewachten Augenblicke. Ist es nicht, wie wenn man die Schwingungen eines Glases, das durch Bestreichen zum Klingen gebracht ist, mit dem aufgelegten Finger dämpft? Wenn man sich gegen Jucken durch Kratzen hilft, so geschieht dies auch nur in der Absicht, einen tieferen Eindruck, einen eigentlichen Schmerz an die Stelle einer oberflächlicheren, leiseren aber weniger erträglichen Empfindung zu setzen. Auf die angeblich nach dem Verlaufe der Nerven schießenden Schmerzen bei Neuralgie und Druck auf einen Nervenstamm kann man kein Gewicht legen, weil 1. leicht eine Täuschung möglich, 2. die Oscillation gerade die entgegengesetzte Richtung hätte von der, welche wir in sensibeln Nerven supponiren, und 3. jedenfalls viel langsamer seyn müßte, als die welche Empfindung vermittelt und in einem ganz unmeßbaren Zeittheile eine Berührung zum Bewußtseyn und die entsprechende Bewegung zur Erscheinung bringt.

gungen noch andere Unterschiede der empfindenden Substanz existiren. Aber indem man diese anerkennt, läßt man es doch zweifelhaft, ob die Nerven selbst verschiedene Kräfte haben oder ob sie nur dadurch verschiedene Sensationen erwecken, daß sie die Reize oder ihre durch Reizung erregten Zustände im Gehirne anderen, specifisch empfindenden Substanzen mittheilen.

Ich gebe der ersten Ansicht den Vorzug, aus folgenden Gründen:

1. Nach der Trennung von Gehirn und Rückenmark behalten die motorischen und vielleicht auch die übrigen Nerven eine Zeit lang die Fähigkeit zu reagiren. Wäre ihre Kraft ihnen nur durch die Centralorgane mitgetheilt, so müßte man annehmen, daß sie sich provisorisch in den Nerven gleichsam anhäufen und für einige Zeit darin erhalten könnte. Ohne auf eine genauere Prüfung dieser Hypothese hier einzugehen, glaube ich zeigen zu können, daß sie auf den vorliegenden Fall nicht anwendbar ist. Denn wenn die Nervenkraft nur geborgt und angesammelt ist, so kann sie, einmal erschöpft, sich nicht wieder erzeugen. Ein vom Rückenmarke getrennter Nerve, der durch Reizung gelähmt ist, erholt sich aber nach einiger Zeit. Zu wiederholten Malen galvanisirt, hört der Nerve eines abgeschnittenen Froschschenkels auf, Contractionen zu vermitteln, nach einiger Ruhe aber gewinnt er seine Reizbarkeit wieder.

2. Es giebt Nervenfasern im Gehirne, namentlich in den Hemisphären, welche bei aller Aehnlichkeit mit den übrigen Nervenfasern doch nicht zur Leitung weder von Empfindungen, noch von Bewegungen bestimmt sind; ich glaube, wahrscheinlich gemacht zu haben, daß sie in dem sogleich zu erörternden Sinne das Organ der höheren psychischen Thätigkeiten seyen. Diese Fasern also wären es, welchen die übrigen ihren Erregungszustand mittheilten, damit derselbe zur specifischen Sensation umgestaltet werde. Wenn wir aber jenen die Fähigkeit zugestehen, in der Form des Lichtes, des Tones u. s. w. zu empfinden, warum sollen wir sie den peripherischen Nerven selbst absprechen?

Man hätte daran wahrscheinlich auch nie gedacht, wenn man den Begriff der Empfindung schärfer gefaßt hätte. Es ist bekannt, daß im vollkommen gesunden Zustande Bewegungen geschehen ohne Theilnahme des Bewußtseyns und daß nach einer Trennung zwischen dem Gehirne und den bewegenden Nerven zwar der Einfluß des Bewußtseyns auf Bewegungen aufhört, die Bewegungen selbst aber fortdauern können. Die Analogie führt darauf, daß wir auch

von den Thätigkeiten der sensibeln Nerven den Antheil des Bewußtseyns trennen und anerkennen, daß Sinneswahrnehmungen möglich sind, ohne zum Bewußtseyn zu gelangen. Freilich kann man sich nicht überzeugen, ob in Empfindungsnerven, welche dauernd vom Gehirne getrennt sind, die specifische Anschauungsform sich erhalte; aber das läßt sich beweisen, daß sie nicht aufhört, wenn das Bewußtseyn sich auf Momente von dem Antheil an dem Leben eines Sinnes zurückzieht. Bei seiner Wiederkehr findet es, z. B. im Auge, die Nach- und Blendungsbilder von Eindrücken, welchen der Sinn unterdessen ausgesetzt war und, um statt vieler Gründe nur noch einen anzuführen, die Erregung der Aufmerksamkeit durch Sinneseindrücke würde nicht möglich seyn, wenn die Aufmerksamkeit, d. h. die Theilnahme des Bewußtseyns ein nothwendiges Requisit der Empfindung wäre [1]. Es ist schlimm, daß unsere Sprache kein Wort besitzt, um die unbewußte Thätigkeit der Sinne zu bezeichnen, ja wir müssen sogar jede Sinnesthätigkeit eine eigenthümliche Art von Bewußtseyn, in der Qualität der Farbe, des Tons, des Geruches u. s. f. nennen. Am entsprechendsten, wenn auch sprachlich etwas anstößig, scheint es mir, zu sagen, daß jeder Sinn seine eigene Art von Bewußtseyn habe, daß aber das Bewußtseyn eines Sinnes nur dann als dem Subjecte angehörig erkannt und zu einer selbstbewußten Anschauung erhoben werde, wenn sich die sinnliche Anschauung mit dem Denken über dieselbe verbindet. Das Denken ist nicht blos eine Form des Bewußtseyns, es ist Selbstbewußtseyn, und noch mehr, es hat die Eigenschaft, jede Action der Sinne, welche von ihm, sympathisch, angeregt wird, oder durch welche es angeregt wird, in eine selbstbewußte umzuwandeln. Dies ist keine Erklärung, sondern nur eine, ich glaube unbefangene Darstellung des Thatsächlichen, wie es sich aus der Beobachtung ergibt. Bedingung für das Zusammenwirken der Sinne und des Denkens ist die Contiguität der zu den betreffenden Functionen delegirten Organe; nach einer Trennung derselben kann das Bewußtseyn der Sinne eben so wenig, als die motorische Action der Bewegungsnerven durch das Denken geleitet werden. Erhalten sich die Sinnesnerven alsdann noch lebendig, so müssen sie ebensowohl phantasiren in Anschauungen, die nicht zur selbstbewußten Empfindung werden, wie

1 Mehr hierüber in meinem Aufsatze über das Sinnengedächtniß, Casper's Wochenschr. 1838. Nr. 18 und Pathol. Unters. S. 215.

die Bewegungsnerven Contractionen unterhalten, die nicht vom Selbstbewußtseyn geboten sind; werden die Hautnerven gereizt, so müssen sie ihre Reizung noch eben so als Schmerz empfinden, der aber nicht zum selbstbewußten Schmerze wird, wie ja auch beim tiefen Nachdenken ein geringer Grad von Schmerz gewiß gefühlt und doch nicht dem Selbstbewußtseyn mitgetheilt und erst beim Erwachen aus der Zerstreuung selbstbewußt wird.

Die Nervenphysiologie wird ihrem wohlbegründeten, obersten Principe untreu, wenn sie lehrt, daß die sinnlichen Qualitäten der Dinge Energien der Sinne selbst seyen, daß jeder Sinn gegen die verschiedenartigsten äußeren Einflüsse in seiner eigenthümlichen Energie reagire, daß die Energie des einen Nerven durch keinen anderen vertreten werden könne, und wenn sie dann doch von einem Uebergehen der Sinnesthätigkeiten ins Sensorium, von einem Verwandeln derselben in Vorstellungen durch das Gehirn spricht. In einer noch so selbstbewußten Empfindung liegt nichts, was uns Anleitung gäbe, die Erscheinung des Rothen, Glatten, Bittern u. s. f. als eine Eigenschaft, als Prädicat eines Subjectes zu erkennen, welches ohne sie bestehen oder gedacht werden kann, und wenn an einem Körper vor unseren Augen die rothe Farbe erblaßt, so ist es wieder nicht das Auge, welches uns lehrt, daß jener rothe und dieser blasse Körper identisch sind. Rothsehen und Weißsehen sind Functionen des Auges, welche ganz vollkommen ohne alle Beziehung der Bilder auf einander von Statten gehen können; die Anschauung der Farbe hat keine Aehnlichkeit mit dem Wissen vom Identisch- oder Verschiedenseyn und diese Begriffe würden existiren, wenn es niemals Gesichtswahrnehmungen gegeben hätte. Aber auch nie würden Begriffe im Stande seyn, die Anschauungen eines Sinnes zu ersetzen, wenn derselbe fehlte. Erkennen wir demnach Begriff und Sinnesempfindung als specifisch verschiedene Thätigkeiten, sehen wir die Fähigkeit, Begriffe zu bilden, an ein Organ, einen Theil des Nervensystemes geknüpft, so dürfen wir diesem nicht noch außerdem die Qualität zuschreiben, sich leuchtend, tönend u. s. f. zu empfinden. Man muß vielmehr annehmen, es reagire jenes Organ in der Energie des Begriffes, wie das Auge in der Energie der Farbe, das Ohr in der Energie des Tones u. s. f. Neben ihm müßte man, wenn die Nerven blos Leiter seyn sollen, für jeden Sinn im Gehirne ein besonderes Centralorgan statuiren, zu welchem die Eindrücke fortgepflanzt und in welchem sie zur specifischen

Empfindung umgeschaffen würden. Diese Ansicht von den Nerven hat also außer den zuvor angeführten Gründen auch noch das gegen sich, daß sie complicirtere Verhältnisse voraussetzt, als zur Erklärung nöthig ist und sich beweisen läßt. Ob innerhalb des Gehirnes Partien von verschiedener Reizempfänglichkeit bestehen, läßt sich nicht ermitteln; aber das weiß ich, daß, auch abgesehen von den zuleitenden Apparaten, der eine Nerve durch Potenzen afficirt wird, gegen welche ein anderer sich ganz indifferent verhält. So verändert das Licht ausschließlich den Zustand des Sehnerven, durch die Riechstoffe wird allein der Geruchsnerve alterirt u. s. f., während andere Reize, wie Druck und Galvanismus, auf jeden Nerven wirken. Man muß also Verschiedenheiten der Nerven zugeben, man müßte ihnen eine specifische Leitungsfähigkeit zuschreiben, warum nicht lieber unmittelbar eine specifische Sensibilität?

Diejenigen Physiologen, welche die Nerven für bloße Conductoren erklären, betrachten die Ganglienkugeln der grauen Substanz als die Organe der Empfindung, der Intention zur Bewegung, überhaupt als Organe der Seelenthätigkeiten. Ob sie ihrem Baue und ihrer Lagerung nach dazu geeigneter scheinen, als die Nerven selbst, möchte ich nicht entscheiden; die Wahrheit zu sagen, so ist die Verbindung dieser Kräfte mit der Materie bei beiden gleich unbegreiflich. Die Ganglienkugeln, wenn sie Träger der eigentlichen Nerventhätigkeit wären, müßten eben so, wie die Nerven, bei einer im Wesentlichen gleichförmigen Structur die verschiedenartigsten Functionen ausüben, denn bei aller Aehnlichkeit, welche die graue Substanz der Ganglien und des Rückenmarkes mit der grauen Gehirnsubstanz zeigt, wäre doch nur die letztere der bewußten Empfindung und der Anregung willkürlicher Bewegungen fähig. So kommen wir abermals darauf zurück, bemerken zu müssen, daß die einfachere Hypothese für das Verständniß nicht weniger leistet.

Was sich aus der Erfahrung über die Kräfte der grauen Substanz ableiten läßt, ist Folgendes:

1. Wenn Nerven des Stammes nach ihrem Austritte aus dem Rückenmarke durchschnitten werden, so verlieren die von denselben abhängigen Muskeln sogleich ihren Tonus, sie werden schlaff, und durch die Thätigkeit ihrer Antagonisten, auch wenn diese nicht gereizt sind, überwunden. So hängt z. B., wenn der N. maxillaris inferior durchschnitten worden, der Unterkiefer herab, nach der Section des N. facialis steht der Mund schief, nach der Section

der Schenkelnerven werden die Beine, vollkommen gelähmt, nachgeschleppt. Dieselbe Art von Lähmung tritt ein, wenn das Rückenmark durchschnitten und unter der Durchschnittsstelle zerstört wird, in allen Muskeln, deren Nerven unterhalb der Durchschnittsstelle entspringen. Die Fähigkeit, auf Reize Zuckungen zu erregen, erhält sich in den getrennten Nerven länger, geht aber auch nach Wochen verloren. Bleiben die Nerven dagegen, obwohl vom Gehirne getrennt, mit dem Rückenmarke, d. h. mit der grauen Substanz desselben in Verbindung, so bleiben Tonus und Reizbarkeit auf lange oder immer unverändert. Es ist also die graue Substanz, welche die Muskelnerven in dem mittleren Grade von Thätigkeit erhält, die den Tonus der Muskeln bewirkt; sie ist aber auch Bedingung, damit die Nerven sich in ihrer gehörigen Mischung, der Reizung fähig erhalten. Man kann diesen Thatsachen eine verschiedene Auslegung geben, je nachdem man sich den normalen Zustand des lebenden Nerven als vollkommene Ruhe oder als einen mäßigen Grad von Erregung denkt. Wenn man, um in den Ausdrücken einer bereits besprochenen Hypothese zu reden, die Erregung des Nerven auf eine Oscillation des Inhaltes der Röhren und die verschiedenen Grade der Erregung auf verschiedene Schnelligkeit oder Excursion der Schwingungen bezieht, so läßt sich fragen, ob das Nervenmark während des Lebens jemals zu ruhen oder ob es beständig zu oscilliren bestimmt sey, etwa wie die Cilien des Flimmerepitheliums ohne weitere Anregung schwimmen, so lange sie leben.

Ist Ruhe der normale Zustand des Nervenmarkes, so wirken die Ganglienkugeln gleich einem mäßigen Reize. Die graue Substanz ist alsdann nicht unmittelbare Bedingung der Ernährung der Nerven und man muß annehmen, daß diese auch außerhalb der Centralorgane möglich sey; ein vom Rückenmarke getrennter Nerve wird dann nur aus Mangel an Reizung gelähmt und atrophisch, wie dies auch, freilich erst nach langer Zeit, bei Sinnesnerven vorkommt, welche durch Zerstörung der peripherischen Ausbreitung äußeren Reizen unzugänglich geworden sind. Wenn man dagegen die leisen Oscillationen des Nerven als nothwendige Lebensäußerung desselben betrachtet, so ist der Einfluß der Ganglienkugeln nicht einer Reizung gleich zu achten, sondern er ist Lebensbedingung, Bedingung der Ernährung der Nerven, wie Sauerstoff, Wärme und Nahrungsmittel Bedingung für die Ernährung der organischen Substanz im Allgemeinen sind. Der allmählige Verlust der Reizbarkeit in

getrennten Nerven ist sodann durch den Mangel der Ernährung veranlaßt, welche ohne die Ganglienkugeln nicht mehr oder nur unvollkommen von Statten geht. Einige Zeit könnte die normale Mischung und Function noch fortbestehen, so daß die Nerven, wenn auch nicht stark genug, um die Muskeln den Antagonisten entgegen contrahirt zu erhalten, doch im Stande wären, sie auf eine Anregung von außen zur Zusammenziehung zu bestimmen. Einige Fähigkeit, ihre Substanz zu erneuern, müßte man sogar den Nerven auch außer ihrer Verbindung mit den Ganglienkugeln zugestehen, weil getrennte Nerven, welche durch Reizung erschöpft sind, sich wieder erholen.

Welche von diesen beiden Ansichten die richtige sey, darüber könnte vielleicht ein Versuch Aufschluß geben. Es wäre zu erfahren, ob ein vom Rückenmarke getrennter Nerve, wenn er zweckmäßig, z. B. durch galvanische Ströme gereizt würde, seine Irritabilität länger behielte, als ein nicht gereizter. Für jetzt scheint mir die Wirkung der Ganglienkugeln auf die Nerven eher der Ernährung, als der Reizung verglichen werden zu dürfen, weil es sonst keine Reizung im Bereiche des Nervensystemes giebt, welche nicht nach längerer oder kürzerer Einwirkung Erschöpfung erzeugte. Uebrigens soll Ernährung hier nicht im engsten Sinne, etwa so verstanden werden, als sonderten die Ganglienkugeln aus dem Blute eine Materie ab, die in die Nervenröhren überginge, obgleich auch dies möglich ist; wir rechnen vielmehr zu den ernährenden Potenzen Alles, was dazu dient, die normale Form und Mischung eines Gebildes zu erhalten.

2. Sobald die Nervenfasern ins Rückenmark eintreten, sind sie im Stande, auf einander zu wirken, so daß entweder die Erregung des einen Nerven sich dem anderen mittheilt oder die Erregung des anderen herabstimmt. Es geschieht nicht, so lange sie in den Stämmen nebeneinander liegen. Ziemlich allgemein wird dies mit einem von der Elektricität hergenommenen Bilde so erklärt, daß die Scheide der Primitivfasern in den Stämmen isolirend wirke, daß sie aber in den Centralorganen feiner werde und ein Ueberspringen des Reizes nicht verhindere. Die Erklärung ist aus mehreren Gründen unstatthaft; 1. sind die Scheiden an den feinsten peripherischen Nervenfasern, z. B. im N. opticus, nicht stärker, als an den Fasern im Gehirne und Rückenmarke; 2. könnten unter der gegebenen Voraussetzung allenfalls die Erscheinungen der Sympathie, nicht aber

die des Antagonismus begriffen werden, die doch offenbar aus demselben Principe abzuleiten sind, endlich 3. ist es überhaupt nicht die Aufgabe zu erklären, warum die Fasern in den Nervenstämmen nicht aufeinander wirken, so wenig als es einer Erläuterung bedarf, wenn Ein Körper ruhig bleibt, während der andere in Bewegung versetzt wird; das Ueberraschende und zu Erklärende ist vielmehr, was bei jener Annahme vorausgesetzt wird, warum die Erregung von einer Faser auf die andere übergehe. Dies findet statt, sobald die Nervenfasern mit den Kugeln der grauen Substanz in Berührung kommen, und zwar weiß man durch Volkmann's öfters angeführte Versuche, daß jeder Theil der grauen Substanz leitet und daß die Reizung der Empfindungsnerven von einer Körperseite auf die Muskelnerven der anderen Seite überspringt, wenn beide seitlichen Rückenmarkshälften an irgend einer Stelle noch durch eine dünne Brücke grauer Substanz verbunden sind.

So viel kann man über die Eigenschaften der Ganglienſubstanz des Rückenmarkes erfahrungsmäßig feststellen. Sie hat einen Einfluß auf die Ernährung der Nerven und sie ist Ursache, daß Veränderungen einer Faser auf die benachbarten wirken. Sollte man nicht die zweite Eigenschaft als eine gewissermaßen zufällige Folge der ersten betrachten dürfen? Wenn die Ganglienkugeln nothwendige Glieder für die Ernährung der Nerven sind, so darf man voraussetzen, daß Veränderung einer Nervenfaser Veränderungen der betreffenden Ganglienkugeln nach sich zieht, wie die Alteration eines Organes, welches sich direct aus dem Blute ernährt, jedesmal Alterationen der Blutmischung zur Folge hat. Nun weiß man schon aus der Anatomie des Nervensystemes, daß jede Primitivfaser mit vielen Ganglienkugeln und wiederum jede Ganglienkugel mit einer Anzahl von Primitivfasern in Berührung steht. Würde demnach von einer Faser aus eine Ganglienkugel oder eine Reihe derselben verändert, so würde sich mittelst dieser Kugeln die Veränderung auf alle Fasern erstrecken, deren Zustand von den veränderten Kugeln abhängig ist. Wenn dabei irgend eine ponderable oder imponderable Substanz direct aus dem Blute oder indirect durch die Ganglienkugeln an die gereizten Nerven übergeht, so ließe sich begreifen, wie dieselbe, in einer größeren oder geringeren Entfernung von dem Herde der Reizung fehlen, und so im Umkreise der erregten Partien eine Herabstimmung eintreten könne, worauf eben die antagonistischen Erscheinungen beruhen. Worin es aber begründet

sey, daß dieselben Nerven bald in einem sympathischen, bald in einem antagonistischen Consensus stehen und daß unter gewissen Nerven Sympathie, unter anderen Antagonismus häufiger ist, dies scheint mir noch ganz unerforschlich.

In der Voraussetzung, daß die Kräfte der Ganglienkugeln überall dieselben sind, kann man vermuthen, daß die Ganglien gleichsam Hülfsorgane für die Ernährung der Nerven seyen und daß somit innerhalb derselben ebenfalls eine Mittheilung unter den Nerven, welche sie durchsetzen, stattfinde. Für Letzteres liefert die Erfahrung einige Belege. Wenn man den Darm eines eben getödteten Thieres dicht am Mesenterium abschneidet und reizt, so entsteht eine ringförmige Contraction, die auf eine kurze Strecke peristaltisch fortschreitet; wird der Darm mit dem Mesenterium ausgeschnitten, so daß die Ganglien der Darmnerven oder wenigstens ein Theil derselben mit dem Darme in Verbindung bleiben, so kann man von einer gereizten Stelle aus die peristaltische Bewegung schon viel weiter sich erstrecken sehen; so lange der Darm noch mit dem Rückenmarke in Verbindung steht, geräth er durch Reizung einer Stelle in seiner ganzen Länge in Bewegung [1]. Hieraus ergiebt sich, daß alle Nerven des Darmcanales durch das Rückenmark in leitende Verbindung gesetzt sind, daß aber auch in den Ganglien schon die Reizung eines Nerven auf eine größere oder geringere Zahl sich verbreitet. Daß das ausgeschnittene Herz, an irgend einer Stelle gereizt, sich ganz und mit der normalen Abwechselung von Systole und Diastole contrahirt, kann man erklären durch die kleinen Ganglien, welche in der Substanz des Herzens liegen und seine Nerven untereinander in Verbindung setzen [2]. Für einen Einfluß der Ganglien auf die Leitung unter den Nerven oder auf die Ernährung derselben scheint auch die Thatsache zu sprechen, die aus Magendie's Versuchen hervorgeht, daß die Bewegungen der Augenmuskeln weniger beeinträchtigt sind, wenn man den Stamm des N. trigeminus, als wenn man seinen ersten Ast unterhalb des Ganglion durchschneidet; da man aber den Einfluß des Trigeminus auf jene Bewegungen überhaupt noch nicht versteht, so ist auch eine genügende Erklärung der Art, wie das Ganglion dabei betheiligt sey, nicht

1 S. meine pathol. Unters. S. 92.

2 Remak in Casper's Wochenschr. 1839. No. 10.

möglich[1]. Ich kenne keine Thatsachen, welche direct bewiesen, daß die Ganglien die Kräfte der Nerven, von welchen sie durchsetzt werden, zu erhalten vermöchten. Zwar bleibt die Reizbarkeit nach der Trennung von dem Organismus länger in Muskeln, die von Gangliennerven versorgt werden, z. B. im Darme und Herzen, als in den Muskeln des Stammes; allein auch im Zusammenhange mit dem Rückenmarke verlieren die letzteren ihre Reizbarkeit schneller und nach Abtrennung des Mesenteriums erhalten sich Darmstücke länger irritabel, es ist also an dieser Differenz nicht dort der Mangel und hier die Gegenwart der grauen Substanz schuld; der Grund muß in Eigenthümlichkeiten der Nerven oder der Muskelfasern liegen[2].

1 Die Communication zwischen den Nervenfasern des ersten Astes des Trigeminus und der Hauptmasse der motorischen Fasern, welche im Oculomotorius, Trochlearis und Abducens liegen, ist nur durch das Gehirn möglich und nach der Durchschneidung des Stammes des Trigeminus aufgehoben. Im Ganglion könnte nur eine Mittheilung fortbestehen zwischen den sensibeln Fasern des ersten Astes und denjenigen Fasern, welche von ihm zum N. oculomotorius (Sömmerring, Abbild. d. Auges. Taf. III. Fig. 6, u) und zum Trochlearis (Krause, Anat. I, 897) gehen. Vorausgesetzt, daß diese Fasern motorisch sind und daß ein Reflex der sensibeln zu Erhaltung ihrer Thätigkeit nöthig ist, so würden die Ganglienkugeln den Reflex bewirken; vorausgesetzt, daß es auf einen solchen Reflex nicht ankomme, so würden die Ganglienkugeln die motorischen Kräfte jener Fasern unterhalten. Es ist sogar möglich, daß die Fasern Fortsetzungen derjenigen sind, welche vom Rückenmarke her durch den Sympathicus ins Ganglion eintreten; sie würden dann bei der Durchschneidung des Stammes des Trigeminus gar nicht betheiligt, und daß ihre Kräfte, welcher Art sie seyen, sich nach der Operation erhalten, würde gar keinen Schluß auf die Functionen der Ganglienkugeln erlauben.

2 J. Müller sagt (Physiol. I, 738), die vom N. sympathicus versehenen Theile bewegen sich in schwächerem Grade noch fort, wenn sie aus ihren natürlichen Verbindungen mit dem Organismus entfernt sind, und schließt daraus, daß alle vom N. sympathicus abhängigen, beweglichen Theile eine gewisse Unabhängigkeit vom Gehirne und Rückenmarke haben. Sie unterscheiden sich aber dadurch nur relativ von denjenigen Muskeln, die durch Cerebrospinalnerven versorgt werden. Tonus und Reizbarkeit erhält sich nach dem Tode länger in den Muskeln der Eingeweide, man kann sagen, daß sie später sterben, wie der Sinn des Gehörs bei Sterbenden später erlischt, als der Sinn des Gesichtes. Zu gewisser Zeit bringt eine Reizung noch in den Muskeln des Stammes, wie in denen der Eingeweide, Bewegungen hervor, dort sind sie rasch und schnell vorübergehend, hier langsam und anhaltend. Eine solche Reizung ist schon das Ausschneiden. Ein ausgeschnittenes Stück Muskelfleisch kann einige Secunden lang zucken, ein ausgeschnittenes Darmstück erneuert seine peristaltischen Bewegungen auf mehrere Minuten.

Dagegen darf man auch nicht behaupten, daß die Ganglien ganz ohne Einfluß auf die Nervenfasern seyen, weil sich die Kräfte der sympathischen Nerven unabhängig von Gehirn und Rückenmark nicht zu erhalten vermögen.

Es scheint, daß die zerstreuten Massen grauer Substanz als eine gemeinsame Quelle der Ernährung und somit der Kraft der Nerven anzusehen seyen, so daß sie sich einander unterstützen, aber auch quantitativ nicht zu sehr reducirt werden dürfen, wenn nicht das ganze System leiden soll. So erkläre ich mir die Schwäche, welche nach dem Zeugnisse aller Beobachter in den Bewegungen der Extremitäten und selbst des Herzens und der Athemmuskeln[1] bemerklich wird, wenn größere Theile des Gehirnes entfernt werden, die Abnahme der Kraft des Herzens nach Zerstörung einer größern Partie des Rückenmarkes, gleichviel an welcher Stelle[2], so ist auch vielleicht die Lähmung des Magens und Darmes zu erklären, die Budge nach Durchschneidung und Zerstörung des Lendentheiles des Rückenmarkes eintreten sah[3], da doch die Nerven, wenigstens des Magens und Dünndarmes, auf diese Weise nicht verletzt seyn konnten.

Die Ganglien sind demnach Hülfsorgane des Gehirnes und Rückenmarkes, sie vermögen nichts, was nicht auch durch Gehirn und Rückenmark geschehen könnte. Deshalb erscheinen sie für die Erklärung der Vorgänge im Nervenleben so gleichgültig, deshalb ist es so schwer, etwas über ihre Zustände zu erfahren, so lange die Nerven noch mit den Centralorganen zusammenhängen. Die Folgen von Krankheit oder Zerstörung derselben, so viel die Pathologen davon zu erzählen wissen, sind gänzlich unbekannt[4].

---

1 Vgl. Budge, a. a. O. S. 122.

2 J. Müller's Physiol. I, 193.

3 Müll. Arch. 1830. S. 396.

4 Ein Factum, welches immer noch für die Deutung dieser räthselhaften Organe wichtig zu werden versprach, war, daß sie sich ausschließlich an sensibeln Nervenwurzeln fanden. Auch dieser Anhaltspunkt ist durch die neuesten Untersuchungen entrückt worden. Nicht an allen sensibeln Nerven sind Ganglien, sie fehlen, außer den höheren Sinnesnerven, auch dem N. oculomotorius, dagegen kommen Ganglien an motorischen Nerven vor, nämlich am Vagus, Glossopharyngeus und Hypoglossus.

Oft sind die Ganglien für die Ursache gehalten worden, daß die Bewegungen

An diese Untersuchung der Kräfte des Nervengewebes schließen wir nunmehr Betrachtungen an über das Verhalten der Nerven zu den äußeren Einwirkungen. Es ist zuerst nochmals hervorzuheben und als Basis der folgenden Reflexionen zu begründen, daß der Zustand, welchen man Ruhe zu nennen pflegt, der Zustand, in welchem der lebende, gesunde Nerve sich befindet, wenn er sich selbst überlassen und durch keinerlei Eingriffe alterirt ist, nicht einer vollkommenen Unthätigkeit entspricht, sondern einem mäßigen Grade von Erregung in der jedem Nerven eigenthümlichen Energie. In den meisten Theilen des Muskelsystemes äußert sich diese mäßige Erregung, wie erwähnt, durch eine anhaltende Zusammenziehung, Tonus, die selbst im Schlafe und in der Ohnmacht nicht nachläßt; die aus contractilem Bindegewebe gebildeten Theile haben dadurch einen gewissen Grad von Festigkeit und Renitenz, die Gefäße, Ausführungsgänge und hohlen Eingeweide behaupten einen bestimmten Durchmesser, die Muskeln des Gesichtes und Stammes sind in dem Maaße von Schwellung, welche den lebenden Körper vom todten unterscheidet, der Unterkiefer erhoben, die Sphinkteren geschlossen u. s. f. Ausnahmsweise steigt und fällt in einzelnen Muskeln und Muskelgruppen die Erregung in längeren oder kürzeren Intervallen, so im Herzen, in den Athemmuskeln[1], im Augenlidschließer und vielleicht noch an manchen anderen Stellen, namentlich der Gefäße und Eingeweide, wo es weniger auffallend ist; möglich wäre es wenigstens, daß die periodischen Se- und Excre-

der Eingeweide langsamer erfolgen und ihre Empfindungen nicht so leicht zum Bewußtseyn gelangen, dunkler und unbestimmter seyen. Die Ganglien sollten gleichsam als schlechte oder Halbleiter die Strömung unterbrechen. Ich habe früher (Casper's Wochenschr. 1838. Nr. 19. Path. Unters. S. 88) bewiesen, daß die Gefühle der Eingeweide weder an Intensität noch an Bestimmtheit den übrigen Sensationen nachstehen, und an dem zuletzt angeführten Orte (S. 97) zu zeigen gesucht, daß in den Ganglien nicht der Grund der langsamen Reaction der Eingeweide liegen könne. Brachet *(Rech. sur les fonct. du syst. nerv. ganglionnaire. Paris 1830. p. 352)*, Valentin (Funct. nerv. p. 70) fanden die Rami communicantes empfindlicher, als die aus den Ganglien und dem Grenzstrange austretenden Aeste; wegen der überwiegend großen Zahl der gelatinösen Fasern in den letzteren kann man dies nicht anders erwarten.

[1] Nach Lähmung der Athemnerven für den Willen kann daher die rhythmische Bewegung der Athemmuskeln ebensowohl fortdauern, wie in anderen durch Verletzung dem Einflusse des Willens entzogenen Muskeln die tonische Contraction fortdauert.

Dagegen darf man auch nicht behaupten, daß die Ganglien ganz ohne Einfluß auf die Nervenfasern seyen, weil sich die Kräfte der sympathischen Nerven unabhängig von Gehirn und Rückenmark nicht zu erhalten vermögen.

Es scheint, daß die zerstreuten Massen grauer Substanz als eine gemeinsame Quelle der Ernährung und somit der Kraft der Nerven anzusehen seyen, so daß sie sich einander unterstützen, aber auch quantitativ nicht zu sehr reducirt werden dürfen, wenn nicht das ganze System leiden soll. So erkläre ich mir die Schwäche, welche nach dem Zeugnisse aller Beobachter in den Bewegungen der Extremitäten und selbst des Herzens und der Athemmuskeln[1] bemerklich wird, wenn größere Theile des Gehirnes entfernt werden, die Abnahme der Kraft des Herzens nach Zerstörung einer größeren Partie des Rückenmarkes, gleichviel an welcher Stelle[2], so ist auch vielleicht die Lähmung des Magens und Darmes zu erklären, die Budge nach Durchschneidung und Zerstörung des Lendentheiles des Rückenmarkes eintreten sah[3], da doch die Nerven, wenigstens des Magens und Dünndarmes, auf diese Weise nicht verletzt seyn konnten.

Die Ganglien sind demnach Hülfsorgane des Gehirnes und Rückenmarkes, sie vermögen nichts, was nicht auch durch Gehirn und Rückenmark geschehen könnte. Deshalb erscheinen sie für die Erklärung der Vorgänge im Nervenleben so gleichgültig, deshalb ist es so schwer, etwas über ihre Zustände zu erfahren, so lange die Nerven noch mit den Centralorganen zusammenhängen. Die Folgen von Krankheit oder Zerstörung derselben, so viel die Pathologie davon zu erzählen wissen, sind gänzlich unbekannt[4].

---

1 Vgl. Budge, a. a. O. S. 122.

2 J. Müller's Physiol. I, 193.

3 Müll. Arch. 1830. S. 396.

4 Ein Factum, welches immer noch für die Deutung dieser räthselhaften Organe wichtig zu werden versprach, war, daß sie sich ausschließlich an sensibeln Nervenwurzeln fanden. Auch dieser Anhaltspunkt ist durch die neueren Untersuchungen entrückt worden. Nicht an allen sensibeln Nerven sind Ganglien; sie fehlen, außer den höheren Sinnesnerven, auch dem N. oculomotorius, dagegen kommen Ganglien an motorischen Nerven vor, nämlich am Vagus, Glossopharyngeus und Hypoglossus.

Oft sind die Ganglien für die Ursache gehalten worden, daß die Bewegungen

An diese Untersuchung der Kräfte des Nervengewebes schließen wir nunmehr Betrachtungen an über das Verhalten der Nerven zu den äußeren Einwirkungen. Es ist zuerst nochmals hervorzuheben und als Basis der folgenden Reflexionen zu begründen, daß der Zustand, welchen man Ruhe zu nennen pflegt, der Zustand, in welchem der lebende, gesunde Nerve sich befindet, wenn er sich selbst überlassen und durch keinerlei Eingriffe alterirt ist, nicht einer vollkommenen Unthätigkeit entspricht, sondern einem mäßigen Grade von Erregung in der jedem Nerven eigenthümlichen Energie. In den meisten Theilen des Muskelsystemes äußert sich diese mäßige Erregung, wie erwähnt, durch eine anhaltende Zusammenziehung, Tonus, die selbst im Schlafe und in der Ohnmacht nicht nachläßt; die aus contractilem Bindegewebe gebildeten Theile haben dadurch einen gewissen Grad von Festigkeit und Renitenz, die Gefäße, Ausführungsgänge und hohlen Eingeweide behaupten einen bestimmten Durchmesser, die Muskeln des Gesichtes und Stammes sind in dem Maaße von Schwellung, welche den lebenden Körper vom todten unterscheidet, der Unterkiefer erhoben, die Sphinkteren geschlossen u. s. f. Ausnahmsweise steigt und fällt in einzelnen Muskeln und Muskelgruppen die Erregung in längeren oder kürzeren Intervallen, so im Herzen, in den Athemmuskeln[1], im Augenlidschließer und vielleicht noch an manchen anderen Stellen, namentlich der Gefäße und Eingeweide, wo es weniger auffallend ist; möglich wäre es wenigstens, daß die periodischen Se= und Excre-

der Eingeweide langsamer erfolgen und ihre Empfindungen nicht so leicht zum Bewußtseyn gelangen, dunkler und unbestimmter seyen. Die Ganglien sollten gleichsam als schlechte oder Halbleiter die Strömung unterbrechen. Ich habe früher (Casper's Wochenschr. 1838. Nr. 19. Path. Unters. S. 88) bewiesen, daß die Gefühle der Eingeweide weder an Intensität noch an Bestimmtheit den übrigen Sensationen nachstehen, und an dem zuletzt angeführten Orte (S. 97) zu zeigen gesucht, daß in den Ganglien nicht der Grund der langsamen Reaction der Eingeweide liegen könne. Brachet (*Rech. sur les fonct. du syst. nerv. ganglionnaire. Paris 1830. p. 352*), Valentin (Funct. nerv. p. 70) fanden die Rami communicantes empfindlicher, als die aus den Ganglien und dem Grenzstrange austretenden Aeste; wegen der überwiegend großen Zahl der gelatinösen Fasern in den letzteren kann man dies nicht anders erwarten.

1 Nach Lähmung der Athemnerven für den Willen kann daher die rhythmische Bewegung der Athemmuskeln ebensowohl fortdauern, wie in anderen durch Verletzung dem Einflusse des Willens entzogenen Muskeln die tonische Contraction fortbauert.

tionen von einem periodisch verminderten Tonus der Gefäße und einer periodisch verstärkten Action der austreibenden Muskeln herrührten oder damit zusammenfielen. Der letzte Grund solcher rhythmischen Schwankungen kann nicht in etwas Aeußerem, nicht einmal in einer Reizung des Nervensystemes durch andere Organe oder Systeme des eigenen Körpers gesucht werden; sie sind typisch, durch die Idee der Gattung bestimmt, wie alle zeitlichen Verhältnisse in der Entwickelung und dem Leben der Organismen, wie Lebensalter, Regeneration der Gewebe, Keimbildung u. s. f. Die Wechselwirkung der Organe ist nur Conditio sine qua non der Ernährung und somit auch der Functionen des Nervensystemes, äußere Einwirkungen vermögen nur alterirend auf den Bau, dadurch auf die Functionen und endlich den Rhythmus im Nervensysteme zu wirken[1]. Daß die sensibeln Nerven in dauernder Action beharren, ist schwerer zu beweisen und der Modus dieser Thätigkeit schwerer zu erkennen, weil zur Vergegenwärtigung der Sinnesthätigkeit Aufmerksamkeit erfordert wird, welche selbst schon als Reiz betrachtet werden muß. Da es indeß zur Empfindung keiner besonderen Intention bedarf (s. oben), da zu jeder Zeit und selbst im Schlafe von den Sinnen aus das Selbstbewußtseyn in Anspruch genommen werden kann, so muß man annehmen, daß die Sinne der Außenwelt beständig offen stehen und daß ihre scheinbare Unthätigkeit nicht einer Gleichgültigkeit der Sinne gegen die äußeren Agentien, sondern einer temporären Gleichgültigkeit des Bewußtseyns gegen die Bilder zuzuschreiben sey, in welchen die Sinne sich bewegen. Das Gemeingefühl ist die Summe, das ungesonderte Chaos von Sensationen, welches dem Selbstbewußtseyn von allen empfindenden Theilen des Körpers zugeführt wird; diese müssen beständig und in bestimmter Weise vorhanden seyn, sonst könnte Veränderung einer einzelnen, z. B. in Krankheit, nicht zur selbstbewußten Empfindung werden. Auch wäre es unmöglich, daß wir die Entfernung von zwei gereizten Punkten im Sehfelde oder an der Oberfläche des Körpers beurtheilten, wenn nicht die dazwischen gelegenen Partien sich, obgleich ungereizt, doch ruhend empfänden. In dem oben citirten Aufsatze in Casper's Wochenschrift habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, wie verschieden die Empfindung der Dunkelheit im Auge von der Empfindung der Lücke des Sehfeldes im

1 Vgl. path. Unters. S. 184.

Mariotte'schen Versuche ist. Ein Gefühl von Mangel eines Körpertheiles oder vielmehr ein Mangel des Bewußtseyns einzelner Theile kommt bei hysterischen Verstimmungen in sensibeln Nerven vor. Die Kranken klagen, daß ihnen zu Muthe sey, als ob diese oder jene Extremität fehle, und suchen sich durch Bewegungen, Hin- und Herwerfen derselben ihres Daseyns zu versichern. — Was endlich das Denken betrifft, so zweifelt Niemand, daß es während des Wachens in ununterbrochenem Zuge fortschreite, bald durch die Sinne angeregt, bald selbstständig die sensibeln oder bewegenden Nerven zur Thätigkeit bestimmend. Im Schlafe glimmt das Selbstbewußtseyn mit einem Minimum von Lebhaftigkeit fort. Dies beweisen die Träume, über welche man zuweilen sogar zu reflectiren vermag, das Aufwachen zu bestimmt vorgesetzter Zeit, das Entwöhnen der Kinder von Unarten durch Strafandrohung und dergl.[1]. Daß das Vermögen zu urtheilen und zu unterscheiden im Schlafe nicht aufhört, kann man an vielen Beispielen zeigen; eine Mutter erwacht vom Weinen ihres Kindes und selbst vom Geräusch, welches dasselbe beim Umdrehen im Bette macht, und schläft bei viel heftigerem, gleichgültigem Lärmen ungestört: unser Name, leise ausgesprochen, weckt uns leichter, als Geläute und Trommeln, ja es kann sogar das Gegentheil der Reizung, Aufhören eines Reizes, den Schlaf stören, wie das Stillestehen der Mühle, Auslöschen des Nachtlichtes, Anhalten eines Wagens, in welchem man während des Fahrens in Schlaf fiel. Gänzlich ist auch die Fähigkeit zu willkürlichen Bewegungen im Schlafe nicht erloschen, man schläft sitzend, stehend, selbst gehend und reitend, man spricht und schlägt im Schlafe und die Nachtwandler unternehmen die zusammengesetztesten willkürlichen Handlungen. Das Denken ist also im Schlafe nur schwächer, als im Wachen, deshalb unfähig, eine angestrengtere Action der Muskeln willkürlich zu unterhalten oder von den gewöhnlichen Eindrücken der Sinne angeregt zu werden. Aber dann wirken noch stärkere Affectionen der letzteren oder solche, welche ihrer Qualität nach eine stärkere Reaction beim wachen Denken erregen würden. Ein ganz ähnlicher Zustand ist die Ohnmacht; in leichteren Graden derselben ist das Selbstbewußtseyn nicht aufgehoben, es giebt sogar Ohnmachten ohne Verlust der Kraft sich aufrecht zu halten (nervenschwache Frauen hörte ich sagen, daß sie in

1 Vgl. Heermann, v. Ammon's Monatsschr. 1838. S. 116.

Ohnmacht gesessen oder gestanden hätten); entschiedener Wille, Scham und dergl., kann die Ohnmacht verhindern, heftige Sinnenreize erwecken aus derselben. Nur darin sind Schlaf und Ohnmacht verschieden, daß das Herabsinken der Thätigkeit im Organe des Denkens dort normal, in einer typischen Periodicität begründet, hier abnorm, zufällig, durch Entziehung der Lebensreize oder Ueberreizung herbeigeführt ist. Es versteht sich, daß es je nach der Heftigkeit der einwirkenden Ursachen auch zur völligen Lähmung des Selbstbewußtseyns kommen kann, und so ist auch der Schlaf um so tiefer, d. h. das Selbstbewußtseyn um so näher dem Zustande der Lähmung, das Erwecken um so schwerer, je mehr Einflüsse während des Wachens hinzugekommen sind, um die Kräfte zu erschöpfen.

Ich will den mittleren Grad der Thätigkeit in den Nerven während der sogenannten Ruhe den Tonus des Nervensystemes nennen; dadurch dehne ich nur auf das gesammte System einen Begriff aus, welchen man indirect für einen Theil desselben, die Muskelnerven, seit lange angenommen hat[1]. Der Tonus ist zunächst, wie oben gezeigt wurde, abhängig von der Einwirkung der grauen Substanz, mittelbar von der Zufuhr der Nahrungsmittel durch das arterielle Blut: er erlischt augenblicklich, sobald der Kreislauf gehemmt ist, und steht in ziemlich geradem Verhältniß zu dem Reichthume des Blutes an ernährenden Substanzen. Der Tonus ist ursprünglich verschieden bei verschiedenen Individuen. Hauptsächlich darauf gründet sich die Unterscheidung der Temperamente; er kann durch zufällige Umstände bei demselben Individuum auf längere oder kürzere Zeit verändert werden, darauf beruht die Stimmung. Stimmung ist künstliches oder temporäres Temperament, beides sind individuelle Weisen, zu reagiren, das Temperament in einer angeborenen Organisation begründet und dauernd, die Stimmung Folge äußerer Einflüsse und vorübergehend. Das Individuum wird, insofern man ihm eine Stimmung zuschreibt, sammt den Veränderungen, welche die äußeren Einflüsse bereits an ihm erzeugt haben, wieder als ein Gegebenes, Einfaches betrachtet, und im Conflict

1 Unter Tonus versteht man nämlich die mittlere Spannung der contractilen Fasern, welche man für eine physikalische hielt. Nachdem bewiesen worden, daß diese Spannung eine Contraction, durch das Nervensystem unterhalten und also in der Thätigkeit des letzteren begründet ist, wird es gestattet seyn, den Namen Tonus, statt auf die Contraction, auf die contrahirende Kraft der Nerven zu beziehen.

mit neuen Einflüssen so beurtheilt, als ob die Folgen der früheren einen Theil seines Wesens ausmachten. Es kann z. B. ein Mensch von ruhigem Temperament durch eine fehlgeschlagene Unternehmung und dergl. in einen ebenso hohen Grad von Aufregung auf längere Zeit versetzt werden, als er einem anderen, Cholerischen, angeboren ist. Er ist in cholerischer Stimmung. Gegen den alten und neuen Verdruß reagirt er wie ein Phlegmatischer, gegen den neuen allein wie ein Cholerischer. Daß sogar die Stimmung dauernd werden oder, was Eins ist, das Temperament sich ändern könne, wird Niemand leugnen. Ich sagte, daß die Verschiedenheiten des Temperamentes und der Stimmung den Graden des Tonus im Nervensysteme entsprechen. Unsere Diagnose der Temperamente richtet sich nach dem in den ruhenden Muskeln, namentlich des Gesichtes, herrschenden Maaße von Contraction. Ob die Stirn glatt oder gerunzelt, das Auge vorliegend oder in seine Höhle zurückgezogen, vor sich hin starrend oder fixirend, der Mund eingekniffen geschlossen oder schlaff, die Unterlippe durch das Kinn gehoben oder herabhängend, der Kiefer angedrückt oder geöffnet sey, das Alles trägt zum Ausdrucke des Temperamentes bei und ist wieder nur Ausdruck der Spannung des ruhenden Muskels. Der Tonus im Gefäßsysteme bestimmt die Turgescenz und Farbe der Haut, und die Neigung zu Fettanhäufung, die so groß ist beim phlegmatischen Temperament, so gering beim cholerischen. Mit der Energie in den Muskeln hält die Lebhaftigkeit des Denkens und Empfindens gleichen Schritt. Da aber in dieser Sphäre das Leben außer der Reizung für die Beobachtung, sogar für die Selbstbeobachtung schwer zugänglich ist, so erkennt man den lebhafteren Tonus der denkenden und sensibeln Organe nicht unmittelbar an ihrer Erregung, sondern an ihrer Erregbarkeit. Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, daß erhöhte Reizbarkeit nichts Anderes ist, als ein Grad von Erregung und daß ein Organ nur dann krankhaft reizbarer scheint, wenn es schon im gereizten Zustande sich befindet[1]. Mit Recht schließen wir demnach, wenn zwei Individuen durch denselben Reiz in verschiedenem Grade erregt werden, daß der Erregungsgrad des Nervensystemes oder, dasselbe ruhend gedacht, der Tonus desselben verschieden sey. Woran man aber die Lebhaftigkeit der Reaction

1 Path. Unters. S. 121.

beim Denken und Empfinden zu messen habe, davon wird später die Rede seyn.

Stellt man sich den Nerven außer der Reizung vollkommen unthätig vor, so hat es etwas Wunderbares und ganz Eigenthümliches, daß jeder Erregung dort eine Contraction, hier eine Licht- oder Schallempfindung folgt. Faßt man aber den lebenden Nerven als einen Körper mit bestimmten Kräften, an welchem Lichtempfinden oder Selbstbewußtseyn ebenso eine Eigenschaft ist, wie Cohäsion oder Schwere Eigenschaft irgend einer todten Substanz, so ist es begreiflich, daß Alles, was den Nerven überhaupt alterirt, zugleich seine Weise, zu empfinden oder Contraction zu vermitteln, ändert[1]. Ich will damit nicht sagen, daß die Lebenskräfte, die Kräfte zu bewegen und zu empfinden, ebenso das Resultat der Form und Mischung der Materie seyen, wie Cohäsion und Schwere es sind. Gegen einen solchen Verdacht glaube ich mich durch das, was ich am Schlusse des allgemeinen Theiles ausgesprochen habe, genugsam verwahrt zu haben. Allein wie man auch das Räthsel der temporären Verbindung der organischen Kraft mit der organischen Materie zu lösen oder auszusprechen suche, so bleibt es gewiß und erfahrungsmäßig, daß die Aeußerungen der Kräfte an die Existenz des materiellen Substrates gebunden und von Veränderungen desselben abhängig sind. Eine physikalische oder chemische Potenz wirkt also entweder nicht auf den Nerven, oder wenn sie ihn materiell verändert, so verändert sie nothwendig auch seine Qualität zu bewegen oder sich zu empfinden. Alles Körperliche, dem specifischen Nerven Aeußerliche, was, auf ihn wirkend, seine Energie oder seinen Tonus verändert, nennen wir Reiz. Die Imponderabilien, mag man sie als Materien oder als Kräfte der Materie betrachten, sowie die Organe des eigenen Körpers sind in dieser Definition mitbegriffen. Das Blut aber, als das Ernährende, welches den Tonus erhält, ist nicht Reiz, sondern Lebensbedingung[2].

1 Path. Unters. S. 218.

2 Die Definition unterscheidet sich von den üblichen dadurch, daß diese den Reiz als Etwas betrachten, das die Thätigkeit der Nerven hervorruft. Ganz consequent mußte Brown die Existenz deprimirender Reize leugnen, eine Depression schien ihm nur durch Ueberreizung möglich. Die Rasori'sche Schule ließ den Thatsachen mehr Gerechtigkeit widerfahren und statuirte schwächende Potenzen (Contrastimulantia). In Anerkennung derselben betrachtet jetzt die Physiologie die Reize als alterirende Einflüsse, die aber zum Theil zugleich

Es giebt Kräfte oder Stoffe, welche auf viele oder alle Nerven wirken. Mechanischer Druck z. B. verändert den Muskelnerven, den Hör- wie den Seh- und Tastnerven, ich glaube auch den Riechnerven[1], und erzeugt, je nach der Natur derselben, Contractionen, Ton-, Licht-, Tast- oder Geruchsempfindung; der galvanischen Reizung sind alle Nerven zugänglich. Dagegen ist es unter allen allein der Opticus, dessen Substanz durch Licht so verändert wird, daß darnach eine Veränderung seines Bewußtseyns erfolgt, wie auch unter der Masse anorganisch-chemischer Verbindungen nur wenige nicht indifferent gegen das Licht sind und von demselben zersetzt werden. Diejenigen Reize, gegen welche ein Sinn ausschließlich reagirt und welche am gewöhnlichsten die Reactionen desselben erregen, heißen adäquate oder specifische. Die Schwingungen des Lichtäthers sind dem Auge adäquate Reize.

Durch Reizung wird die Thätigkeit der Nerven verändert; sie erscheint bald erhöht, bald vermindert, und darnach theilt man die Reize in excitirende und deprimirende. Ehe wir diesen Unterschied weiter verfolgen, lohnt es wohl der Mühe zu fragen, wie wir überhaupt zu dem Urtheil von erhöhter oder verminderter Erregung kommen, denn in Empfindungen wie Roth und Blau, Kalt und Warm, Bitter und Süß liegt nichts, das uns direct über die Stärke der Thätigkeit in den interessirten Nerven belehrte. Zuerst sind es die Muskeln, welche durch den Grad ihrer Verkürzung ein unmittelbares Maaß für den Grad der Erregung der motorischen Nerven geben. In den Muskeln, welche sich rhythmisch contrahiren, wie Herz- und Athemmuskeln, wird zugleich der Rhythmus beschleunigt, durch aufregende Einflüsse, verlangsamt durch schwächende. So lernen wir z. B. Druck, Galvanismus, hohe Temperatur gerade als Mittel kennen, die Muskelnerven in lebhaftere Action zu versetzen, und schließen, daß die Anschauungsformen, welche in den Sinnen der

eine Reaction erregen, ein Streben des Organes, sich der Veränderung gegenüber zu behaupten und dadurch eine vermehrte Thätigkeit (J. Müller, Phys. I, 56). Insofern die organische Materie fähig ist, durch Reizung zu einer Lebensäußerung bestimmt zu werden, wird sie erregbar genannt. Für uns ist Erregbarkeit eben nur die Fähigkeit, verändert zu werden, die die lebende Substanz mit allen andern gemein hat.

[1] Die eigenthümliche Empfindung, die man erhält, wenn die Nase sich mit Staub oder Wasser füllt, kann ich wenigstens nicht anders, als Geruch nennen.

gleichen Reizung folgen, z. B. der Schmerz[1], Zustände erhöhter Thätigkeit seyen. 2. Von manchen Empfindungen erfahren wir, daß sie durch die Stärke der Erregung unter sich verschieden seyen, dadurch daß sie von meßbaren und vergleichbaren Quantitäten desselben Reizes hervorgebracht werden. Töne von verschiedener Höhe entsprechen Schallwellen von verschiedener Schnelligkeit, die Farben entsprechen Schwingungen von verschiedener Länge, die Gefühle der Kälte und Wärme, der Hitze und des Brennens entsprechen verschiedenen Quantitäten des sogenannten Wärmestoffes, dennoch aber ist die verschiedene Stärke der Erregung nicht das Einzige, wodurch die genannten Empfindungen charakterisirt werden. Sie stehen zugleich in einem nicht weiter erklärbaren qualitativen Gegensatz, auf welchen ich später noch zurückkommen muß. 3. Die Art, wie ein Nerve in beginnender Lähmung oder vor dem Tode sich empfindet, kann ebenfalls als Anhaltspunkt dienen. Unter diesen Umständen entsteht in den Hautnerven das Gefühl von Kälte, es ist also anzunehmen, daß dieses Gefühl einer verminderten, das Gefühl der Wärme erhöhter Erregung entspreche. 4. Wenn ein Reiz die Erregbarkeit erhöht, so folgt nach der oben gegebenen Begriffsbestimmung, daß er auch die Erregung erhöhe und umgekehrt. Durch Kälte verlieren die Muskelnerven ihre Reizbarkeit[2], werden die Tastnerven stumpf, durch Wärme erregbarer, ein Grund mehr, um zu erkennen, daß Kälte, d. h. Entziehung von Wärme ein deprimirender, Zufuhr von Wärme ein excitirender Reiz sey[3]. 5. Je mehr ein Nerve erregt ist, um so leich-

1 Es ist nicht überflüssig, dies Beispiel anzuführen, da Stilling näm-lich eine Theorie über das Verhältniß der Gefäßnerven zu den Empfindungs-nerven auf die entgegengesetzte Meinung gegründet hat.

2 Valentin, Funct. nerv. p. 128.

3 Gerade in dieser Beziehung ist die Untersuchung, die uns hier beschäf-tigt, wichtig für die Erklärung der alltäglichsten Vorgänge; gerade darin ist sie aber auch besonders schwierig. Wie viel ist nicht darüber gestritten worden, ob Kälte ein erregender Reiz sey oder nicht, und obgleich die oben angegebenen Gründe für die deprimirende Wirkung der Kälte zu sprechen scheinen, so ist doch so manche Zweifel übrig. Bekanntlich ziehen sich Bindegewebe und Ge-fäße in der Kälte zusammen und erschlaffen in der Wärme. Daraus ist zu schließen, daß entweder die Nerven dieser Fasern ein ganz anderes Verhältniß zu den äußeren Einflüssen haben, als die eigentlichen Muskel- und die Empfin-dungsnerven, oder daß ihre Contraction und Expansion secundär, Folge eines Antagonismus zwischen ihren Nerven und den Hautnerven sey, die man sich zunächst durch den Reiz getroffen denken müßte. Ich habe die letztere [illegible]

ter verbreitet sich von ihm aus die Erregung auf das ganze System oder auf diejenigen Nerven, welche zunächst mit ihm in Sympathie stehen. Auf diesen Erfahrungssatz werde ich später zurückkommen und benutze ihn einstweilen, um danach den Erregungsgrad sensibler Nerven zu ermessen. Erhöhte Neigung zu Reflexbewegungen und Irradiationen anderer Art hat ihren Grund in erhöhter Erregbarkeit oder Erregung der Empfindungsnerven. Diese wird sich, bei vermehrter Lebhaftigkeit, auch dem Selbstbewußtseyn aufdrängen, und Anlaß zu selbstbewußten Phantasmen geben.

Dies sind die Momente, welche bei der Beurtheilung des Erregungsgrades in Betracht kommen und mittelst welcher im concreten Falle auf die Natur der Reize geschlossen wird. Die einen setzen Tonus und Erregbarkeit herab, sie heißen deprimirende, dahin gehören z. B. die Narcotica, örtlich applicirt; die anderen, excitirenden Reize erhöhen die Erregung und Erregbarkeit, beide Arten, wie man annehmen muß, wirken durch eine eigenthümliche, mechanische oder chemische Alteration der Nervensubstanz. Wenn diese Alteration nicht zu tief eingriff, so dauert die Ernährung der Nerven, ihr Stoffwechsel mit dem Blute fort, die alterirte Substanz wird dadurch nach und nach entfernt und die Störung wieder ausgeglichen und so kehrt allmählig der Nerve zum normalen Tonus zurück.

native bei einer früheren Gelegenheit vertheidigt (Path. Unters. S. 145), ohne die Möglichkeit einer anderen Erklärung abzuleugnen. Verdächtig ist es allerdings, daß die Nerven des Bindegewebes auch durch Reiben der Cutis, z. B. an der Brustwarze, in erhöhte Thätigkeit gerathen, daß sie demnach hier in directer Sympathie mit den Hautnerven zu stehen scheinen, indeß hat man auch sonst bei der Erregung der letzteren durch Wärme und andere Entzündungsreize vor der Erweiterung der Gefäße ein kurzes Stadium der Verengung beobachtet, und es ließe sich begreifen, daß mäßiger Reiz eines Hautnerven die consensuell verbundenen Nerven erst erregt und dann lähmt, heftigere Reizung die Lähmung sogleich zu Wege bringt. Eine zweite Schwierigkeit liegt darin, daß anhaltende Kälte so heftige Schmerzen zu bewirken vermag; dies müßte man so auslegen, daß nach längerer Contraction die Gefäße in einen Zustand der Lähmung übergingen, der selbst, durch Blutanhäufung und Druck, die sensibeln Nerven in erhöhte Thätigkeit versetzt; so würden sich die Entzündungen durch Kälte (Frostbeulen) deuten lassen. Ein dritter Einwurf, dem ich nicht zu begegnen weiß, ist die Contraction größerer entblößter Gefäßstämme auf directe Anwendung von Kälte, wie auf mechanische Reize. Sollten auch hier noch sensible Nerven in den äußeren Gefäßhäuten sich verbreiten, und die Contraction von Kälte antagonistisch seyn, so müßte mechanische Reizung eine Expansion veranlassen.

Es dauert einige Zeit, bis nach deprimirenden Einflüssen die volle Kraft und bis nach excitirenden die Ruhe wieder hergestellt ist. Die Sinneswahrnehmungen, welche während des Ueberganges des excitirten Sinnesnerven zur Ruhe auftreten und welche den Zeitpunkt der eigenthümlichen Reizung überdauern, heißen Nachbilder; dergleichen kommen in allen Sinnen vor, ich will beispielsweise nur an das Gefühl erinnern, welches zurückbleibt, wenn man lange eine Last getragen hat. Aehnliche Nachwirkungen der Reizung zeigen sich in den Muskelnerven, nämlich die leichten Zuckungen nach bedeutenden Anstrengungen. Je intensiver und anhaltender die Reizung, um so längere Zeit erfordert es zur Wiederherstellung des Tonus, um so länger währt nach deprimirenden Reizen die Lähmung, um so lebhafter und anhaltender sind nach excitirenden Reizen die Nachempfindungen, wenn nicht, wovon sogleich mehr, während der Excitation bereits Erschöpfung eingetreten ist[1]. Endlich können erregende, wie schwächende Einflüsse mit solcher Gewalt einwirken, daß sie den Nerven entweder mechanisch zerstören oder in anderer Weise so verändern, daß seine normale Structur nicht wieder hergestellt werden kann, dann ist der Erfolg, sowohl der excitirenden, als der deprimirenden Reize vollkommene Lähmung, welche bei Reizen der letzten Art direct, bei Reizen der ersten Art nach der heftigsten Aufregung eintritt.

Es findet sich indeß, daß nach der durch excitirende Reize bewirkten Aufregung der Nerve nicht genau zu dem früheren mittlern Grade von Thätigkeit zurückkehrt, sondern gewissermaßen unter den-

1 Die Dauer der Nachempfindung ist im Allgemeinen der Dauer und Stärke des objectiven Bildes proportional, übrigens kann sie, auch nach schwächeren Reizen, ziemlich lange währen, wenn nicht ein neuer Eindruck das Organ anders bestimmt. Zuweilen bleibt man nach einem Gespräch in Gedanken und hört dann, wenn man sich nach mehreren Minuten wieder sammelt, noch des Anderen oder die eigenen letzten Worte mit aller Frische im Ohr nachtönen. Oft versteht man dann erst eine Rede, welche vorher nur Schallempfindung war. — Die Form, in welcher das zur Ruhe zurückkehrende Organ sich empfindet, wird zunächst durch die Qualität des Reizes bestimmt; es ist begreiflich, daß das Nachbild dem Urbilde gleichen wird, z. B. im Auge, wo nur aus später zu erörternden Gründen die Farben in contrastirende umgewandelt werden. Indeß kann es auch anders seyn, wenn der Reiz sehr ungewöhnlich war oder seiner Natur nach keine gleichmäßige Fortsetzung gestattet. So hört man nach einem heftigen Knall ein Rauschen oder Brausen und sogar harmonische Töne.

selben hinabsinkt. Der Erregung folgt eine Erschöpfung, in welcher die gewöhnlichen Reize nicht mehr wirken und der Tonus geringer ist, geradeso, als ob direct deprimirende Reize eingewirkt hätten, und erst aus dieser Erschöpfung erheben sich die Nerven wieder. Diese Erscheinung kann man durch eine Hypothese erklären: man nehme an, daß deprimirende Reize die Anziehung der Nerven oder mittelbar der Ganglienkugeln gegen die ernährenden Bestandtheile des Blutes vermindern, daß excitirende Reize diese Verwandtschaft erhöhen, so kann nach Einwirkung der letzteren die gesteigerte Thätigkeit nur so lange dauern, als das Blut ernährende Substanzen zuführt. Sind sie ihm entzogen, so muß Dasselbe eintreten, als ob die Anziehung der Nerven gegen die nährenden Stoffe vermindert wäre, die Thätigkeit muß unter das normale Maaß herabsinken. Gesetzt, das Blut befände sich in beständig gleichmäßiger Circulation, so würde jede örtliche Erregung zuletzt eine allgemeine Ermüdung zur Folge haben, wie dies in der That geschieht. Nimmt man noch hinzu, daß Reizung eines Nerven ebenso am centralen, wie am peripherischen Ende eine Gefäßerweiterung, langsamere Blutbewegung, sogar Blutstockung herbeiführe, so muß sich lange vor der allgemeinen Ermüdung eine örtliche einstellen. In den gereizten Theilen muß schon der Stoffwechsel minder lebhaft und die Erschöpfung fühlbar werden, ehe sich die Wirkung auf den Gesammtorganismus erstreckt. Dies ist wirklich der Fall.

Es läßt sich nicht verkennen, daß bei den Lebensäußerungen der Nerven zwei Momente zusammenwirken, die einander nicht immer genau entsprechen. Die Actionen können lebhaft und kräftig seyn und in demselben Maaße ausdauernd. In anderen Fällen aber macht sich ein Mißverhältniß zwischen Kraft und Ausdauer bemerklich; hat man die Tüchtigkeit des Nerven nach der ersten Probe im ersten Momente der Reizung beurtheilt, so sieht man sich getäuscht, denn er hält nicht aus und leistet in Summa weniger, als mancher andere, der anfangs weniger zu versprechen schien. Man kennt diese Zustände und hat sie bald als falsche Sthenie, bald als reizbare oder erethische Schwäche oder als Erethismus bezeichnet. Sie scheinen in einem Mißverhältniß zwischen der Anziehung der ernährenden Bestandtheile des Blutes durch die Nerven und der Zufuhr derselben begründet zu seyn. Dies weiter auszuführen, muß ich mir auf eine andere Gelegenheit versparen.

Aus der Erschöpfung, welche die secundäre Wirkung excitiren-

der Reize ist, erhebt sich, wie erwähnt, der Nerve wieder, aber nicht nur bis zu dem Grade von Thätigkeit, welchen er vor der Erregung besaß, sondern zu einem höheren, denn bei der nächsten Gelegenheit tritt die Reaction leichter, die Ermüdung später ein und außer der Reizung ist der Tonus stärker. Dies ist am auffallendsten bei den motorischen Nerven. Die überwiegende Contraction von Muskeln, welche häufig bewegt werden, verleiht dem Gesicht mit der Zeit einen eigenthümlichen Ausdruck, dem Körper eine besondere Haltung auch in der Ruhe, woran man Charakter und Gewerbe erkennt. Darauf beruht Uebung und Gewöhnung.

Bei den Sinnesnerven kommt es nicht blos auf das Mehr oder Minder, sondern auch auf die Art der Erregung an, die sich nicht immer auf quantitative Unterschiede zurückführen läßt. Reize erhöhen nicht absolut die Thätigkeit der sensibeln Organe, sie erhöhen sie in einer bestimmten Qualität; die Erschöpfung nach der Einwirkung excitirender Reize ist daher nicht absolut, sondern nur Erschöpfung in der Form, in welcher der Sinn reagirt hat. Für Reize anderer Art ist der Sinn nicht nur nicht abgestumpft, sondern sogar empfänglicher, er empfindet sie lebhafter, wenn sie von außen geboten werden, und erzeugt sie in der Ruhe spontan. Es giebt in jedem Sinn solche einander entgegengesetzte, *contrastirende* Anschauungen, die man auch harmonische nennt, weil sie einander fordern und sich, wenn sie zusammen- oder abwechselnd wirken, gegenseitig steigern. Im Auge sind Licht und Dunkel, Roth und Grün und die übrigen je zwei complementären Farben, im Ohr die Töne desselben Accordes und die Accorde derselben Tonart, in den Tastnerven Wärme und Kälte contrastirende Empfindungen, und auch von Geschmäcken und Gerüchen ist es bekannt, daß sie durch andere gehoben werden können. Wenn nun ein Reiz den Sinnesnerven zu einseitiger Reaction bestimmt, wenn die Ermüdung einseitig ist, so ist auch die Wiederherstellung des Nerven in der Ruhe eine einseitige, und vorausgesetzt, daß in den sensibeln, wie in den Muskelnerven der Tonus durch die Restitution nach der Erschöpfung erhöht werde, so müßte endlich der Sinnesnerve in der Qualität leichter reagiren und, sich selbst überlassen, vorzugsweise in der Qualität reagiren, welche durch Reizung und Uebung die stärkere geworden ist. Durch Uebung würde dem sensibeln Nerven nicht nur eine überhaupt vermehrte Thätigkeit, sondern eine Thätigkeit in bestimmter Form habituell.

Ich theilte früher[1] eine Anzahl von Erfahrungen mit, um zu beweisen, daß Bilder von Objecten, mit welchen die Sinne wiederholt oder anhaltend beschäftigt waren, freiwillig und unabhängig vom Denken in der Ruhe auftreten und auch auf Reizung erscheinen, wenn in der Natur des Reizes nichts liegt, was den Sinn zu einer besonderen Aeußerung determinirt. Druck auf das Auge, momentane Congestion zum Auge oder Ohr sind solche Reize, welche in der Regel nur einen Blitz, ein Brausen hervorbringen, aber zur Reproduction von Bildern, Wörtern und Melodien Anlaß geben, wenn eben die Neigung dazu in den Sinnen ausgebildet ist. Valentin[2] und J. Müller[3] haben ähnliche Beobachtungen gemacht. Man kann nicht daran denken, die Wiederkehr solcher zusammengesetzten Sinneserscheinungen aus der eben vorgetragenen einfachen Hypothese zu erklären: es ließe sich sogar nöthigenfalls beweisen, daß die Uebung der Sinnesnerven, wenn sie in der angegebenen Art erfolgte, nicht der Grund der Gedächtnißbilder seyn könnte, denn 1. trifft ein Gesichtsobject, das wir uns durch öfteres Beschauen einprägen, wohl nie zum zweiten Mal genau dieselbe Partie der Netzhaut; 2. ist bei dem Wechsel von Bildern, denen das Auge ausgesetzt ist, gewiß jede Faser in eigener Weise geübt und ein Zusammenstimmen derselben bei der Reproduction eines Gegenstandes scheint ganz unmöglich. Demungeachtet glaube ich, daß man an jener erfahrungsmäßigen Analogie der sensibeln und motorischen Nerven festhalten muß, wenn sie auch auf das Einzelne keine Anwendung gestattet.

Von den Reizen, welche von Anfang an auf die Sinnlichkeit gewirkt haben, hängt also wohl der Tonus der Sinne, als die Qualität ihrer Thätigkeit außer der Reizung ab. In welcher Qualität die Sinne reagiren würden, wenn sie niemals durch adäquate Reize bestimmt worden wären, ließe sich nur durch Menschen erfahren, deren Augen oder Ohren, bei gesunden Nerven, von Geburt an den äußeren Eindrücken verschlossen wären. Aber mit solchen ist eine Verständigung über den Inhalt ihrer Empfindungen begreiflicher Weise unmöglich. Wir begnügen uns daher anzunehmen, daß der ungeübte Sinn sich in gewissen einfachen Anschauungsfor-

[1] Casper's Wochenschr. a. a. O.
[2] Funct. nerv. p. 14.
[3] Physiol. II, 563.

men bewege. Im Bereiche des Tastsinnes, des Geruches und Geschmackes kommen in der That Sensationen vor, die wir nicht von außen haben, die wir uns nicht einmal einander begreiflich zu machen vermögen, weil wir sie nicht durch äußere Gegenstände erregen oder mit einer durch äußere Gegenstände erregten Empfindung vergleichen können. Meistens aber sind in den Sinnen, welche durch die Außenwelt erzogen wurden, die ursprünglichen Bilder durch die Einwirkungen adäquater Reize verdrängt und Auge und Ohr beschäftigen sich so selten in anderen, als erworbenen Sensationen, daß man durch sie sogar zu der Behauptung geführt wurde, das Material der Sinnesphantasien sey überhaupt nur durch die Außenwelt überliefert, höchstens aus objectiven Eindrücken neu zusammengesetzt. Wenn nicht äußere Reize oder Gedanken die Thätigkeit des Sinnes bestimmen, so treten gewissermaßen aus dem Vorrath jener erworbenen Bilder einzelne auf, diejenigen namentlich, welche in dem besonderen Sinne durch Uebung am stärksten und lebhaftesten sind. (Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß wir mit dem Worte Vorrath nicht eine Masse aufgeschichteter Bilder, sondern die Summe der Reactionen bezeichnen wollen, welche nur der Möglichkeit nach vorhanden sind.) Eben dadurch aber, daß das Organ in einer gewissen Form wirksam ist, ermüdet es für diese Form und das Bild, welches eben noch als das stärkste sich vordrängte, wird dadurch, daß es empfunden wird, das schwächere und weicht einem anderen. So erklärt sich der Wechsel in den Phantasmen der Sinne. Er zeigt sich schon, wie Plateau gefunden und Tourtual bestätigt hat[1], in den farbigen Nachbildern, so daß z. B. das grüne Nachbild von Roth mehrmals mit Roth abwechselt, ehe völlige Ruhe des Auges eintritt.

Bei den motorischen Nerven haben wir mit dem Namen Erethismus einen Zustand bezeichnet, wo die Dauer der Reaction der Lebhaftigkeit derselben nicht entspricht und die Ermüdung rascher eintritt, als man nach dem Grade der Erregbarkeit erwarten sollte. Wenn eine analoge Abnormität in Sinnesnerven vorkommt, so müßten sie sich nach den früheren Voraussetzungen nicht allein dadurch äußern, daß der Sinn schneller sich erschöpft, sondern auch so, daß er für jede Art der Empfindung bald ermüdet. Bei den subjectiven Sinnesthätigkeiten würde dies einen rascheren Wechsel

[1] Müll. Arch. 1840. S. LXXX.

der Empfindungen zur Folge haben, eine Art Bilderflucht Eine solche läßt sich wirklich in manchen Fieberphantasien beobachten und ebenso in dem unfreiwilligen Spiel der Sinne nach Aufregungen, Narkotisation durch Tabak u. s. f., während in anderen Fällen eine unwillkürliche Sinneserscheinung, eine Melodie und dergl. bis zum Ueberdrusse stätig ist. Man dürfte tonische und klonische Phantasien unterscheiden in demselben Sinne, wie tonische und klonische Krämpfe.

Die Bilder sinnlicher Dinge treten indeß außer der objectiven Wahrnehmung nur selten mit aller Lebhaftigkeit der letzteren auf. In der Regel geschieht dies nur im Traume, im Delirium und Wahnsinn, wo sie zu Täuschungen des Urtheils Anlaß geben. Meistens sind sie, zumal die willkürlich hervorgerufenen, matter, flüchtiger und erscheinen der, in den gewöhnlichen Vorurtheilen befangenen Betrachtung mehr als Thätigkeiten unserer selbst. Ich weiß diese matten Bilder im Gegensatze der subjectiven Sinneserscheinungen nicht anders, als mit dem Namen der sinnlichen Vorstellungen zu bezeichnen, obgleich ich mich ungern dieses Ausdruckes bediene, mit dem der Sprachgebrauch den Begriff des bewußten geistigen Wirkens so eng verbunden hat, daß Vorstellen und Bewußtwerden oft synonym gebraucht werden. Jedesmal, wenn wir mit Selbstbewußtseyn empfinden, finden wir ein Doppeltes in uns, das Bild in seinen durch die Energie des wirksamen Sinnes bestimmten Qualitäten und den Begriff des Bildes oder die Gedanken über dasselbe. Ebenso verhält es sich bei der Vorstellung im Sinne der Psychologen: wir haben den mehr oder minder allgemeinen Begriff z. B. eines Hauses oder eines bestimmten Hauses und das, wiewohl matte, oft fast farblose Bild desselben[1]. Indem wir also von der Vorstellung den geistigen Antheil trennen, wie man ihn von der objectiven Empfindung längst getrennt hat, reserviren wir den Namen „Vorstellungen" den eigenthümlichen,

[1] Ich kann für diese Behauptung keine Gewährsmänner aus unserem Fache, aber doch eine Autorität anführen, die man nicht gering achten wird. Luther sagt, in einer Strafrede gegen die Bilderstürmerei der Karlstadter Fanatiker: „So weiß ich auch gewiß, daß Gott will haben, man soll seine Werke hören und lesen, sonderlich die Leiden Christi. Soll ich es aber hören und lesen, so ist mir es unmöglich, daß ich nicht in meinem Herzen sollte Bilder davon machen, denn ich wolle oder wolle nicht, wenn ich Christum höre, entwirft sich in meinem Herzen ein Mannsbild, das am Kreuze hängt."

sinnlichen Thätigkeiten, deren Charakteristik sogleich versucht werden soll, wir coordiniren sie den Sinneserscheinungen, und stellen beiden die sinnlichen Begriffe gegenüber, von denen später die Rede seyn wird.

Daß der organische Grund der sinnlichen Vorstellungen mit dem organischen Grunde der Sinneserscheinungen identisch sey, scheint mir aus Folgendem erweislich:

1. Der Unterschied zwischen Sinneserscheinungen und sinnlichen Vorstellungen ist eigentlich nur ein quantitativer und reducirt sich auf den Grad der Intensität der sinnlichen Attribute. Am auffallendsten ist die Verschiedenheit noch im Gebiete des Gesichtssinnes, aber nicht einmal darin ist die Grenze streng zu ziehen. Willkürliche Vorstellungen können die Lebhaftigkeit objectiver Eindrücke erreichen[1]. Von der anderen Seite erinnere man sich der fast farblosen, nur in Formen spielenden Phantasmen des Auges vor dem Einschlafen. Allerdings herrscht in den Gesichtsvorstellungen eine gewisse Monotonie und, ich weiß es nicht anders auszudrücken, Blässe der Färbung; ohne allen Farbenunterschied wäre aber auch keine Begrenzung denkbar, außer wenn man, wie nicht selten geschieht, statt der Form, die Bewegung vorstellt und die Grenzen gleichsam in Gedanken zeichnet. Noch mehr, als die willkürlichen Vorstellungen, nähern sich den Gesichtserscheinungen die unwillkürlichen, die bei dem Tone einer Stimme, dem Nennen eines Namens, plötzlich auftauchen und eben so schnell wieder verschwinden. Die Unvollständigkeit dieser Bilder hat großentheils in dem Antheile des Denkens an der Vorstellung ihren Grund. Die Erinnerung an eine Gegend, eine Stube erregt das Bild derselben mit der gewöhnlichen Ausfüllung des Gesichtsfeldes; wir können aber ein solches Bild nicht betrachten, ohne es gleichsam zu specificiren, Einzelnes hervorzuheben, und dann haben wir nicht mehr den Begriff des ursprünglichen Bildes, sondern eines Theiles desselben, und diesem Begriffe entspricht wieder die Gesichtsvorstellung, die an die Stelle des Ganzen tritt. Auch im Traume überraschen wir uns zuweilen darüber, daß nicht das ganze Gesichtsfeld consequent erfüllt ist, sondern, so zu sagen, nur der wesentliche Theil, etwa der Kopf einer Person, gesehen wird. — Nach jeder lebhaften oder anhaltenden

[1] S. die Beobachtungen von Cardanus und Göthe in J. Müller's Phantast. Gesichtserschein. S. 81.

Sinneswahrnehmung läßt sich der Uebergang des Bildes in die Form der sinnlichen Vorstellung beobachten. Es verblassen bei Gesichtsobjecten zuerst die Farben, während die Umrisse bleiben, oder diese verschwinden, indeß noch einzelne Farbentöne im Auge haften, und das ganze Bild zerfällt auf eine schwer zu beschreibende, aber gewiß Jedem wohlbekannte Weise, so daß z. B. von einem Gesichte die Nase noch deutlich ist, wenn der Mund schon durch eine willkürliche Anstrengung gleichsam aus dem Nebel hervorgeschaffen werden muß. So geht an einer Musik bald die Melodie verloren und einzelne, kräftigere Töne klingen nach, bald das Timbre und nur die Melodie summt noch lange im Ohre in derselben, ich möchte sagen, abstracten Weise, wie wir gewöhnlich Melodien vorzustellen pflegen [1].

Bedeutender als die bisher angegebenen Differenzen könnte es erscheinen, daß man die Sinneserscheinung nach außen setzt, die Vorstellung aber als eigene Affection erkennt, allein dieser Satz ist nur für die höheren Sinne wahr, wo eben das nach außen Setzen eine anerzogene, durch den Conflict mit anderen Sinnen bedingte Täuschung ist, wozu der Grund bei der einzelnen Vorstellung wegfällt. Allerdings ist es uns, als ob wir die Vorstellungen sichtbarer Gegenstände, vielleicht auch Gehörsvorstellungen, wie die Gedanken, innen im Kopfe erzeugten; für die anderen Sinne ist aber der Ort der Vorstellung und der objectiven Affection scheinbar nicht verschieden. Der Begriff „rauh" erregt gewöhnlich die Gesichtsvorstellung einer zottigen Fläche, wie denn überhaupt Vorstellungen im Gebiete der anderen Sinne selten, gleichsam nur im Nothfalle und sehr unvollkommen auftreten; ruft man absichtlich die entsprechende Gefühlsvorstellung hervor, so erscheint sie an den Fingern; willkürliche Vorstellungen von Gerüchen und Geschmäcken werden so gewiß auf die Nase und Zunge übertragen, daß man sogar absichtslos die entsprechenden Bewegungen des Spürens, Kostens vollzieht. Es folgt hieraus, daß die scheinbar verschiedene Oertlichkeit bei Gesichtsphantasmen keinen wesentlichen Unterschied zwischen Empfindungen und Vorstellungen begründe, sondern in besonderen, nur dem Gesichtssinne zukommenden Verhältnissen und zwar ent-

1 Wenn von einer sich entfernenden Musik immer leisere Töne zu uns zittern, so können wir die leisesten, also fernsten, nicht mehr von unseren inneren, also nächsten, scheiden (Jean Paul, Museum. Blicke in die Traumwelt. §. 3).

weder in der Qualität seiner Energien oder in seinem anatomischen Baue beruhe.

2. Die Identität von sinnlichen Vorstellungen und Empfindungen zeigt sich in der Beziehung derselben zu den eigentlich geistigen Functionen, dem Denken und Wollen. Begriffe sinnlicher Objecte, sowie leidenschaftliche Aufregungen werden die Veranlassung bald zu concreten sinnlichen Vorstellungen, bald zu wirklichen Sinneserscheinungen, je nach der Intensität der psychischen Thätigkeit und der Erregbarkeit des Sinnesorganes. Die Vorstellungen, mit welchen die Furcht erfüllt, steigern sich oft zu einem Grade der Lebhaftigkeit, der über die Wirklichkeit der Erscheinung kaum einen Zweifel läßt. Bei dem Gedanken an einen Laut, einen Anblick, den wir erwarten, kann die Vorstellung desselben in jedem Augenblicke zur Sinnestäuschung werden, wie beim Horchen und Suchen. Ein recht gewöhnliches Beispiel dieser Art von Sinnestäuschungen, die man Vorempfindungen nennen könnte, bietet der Fall, wo wir einen Finger, den wir in Wasser eintauchen wollen, um ihn zu benetzen, zuweilen mehrmals nach einander trocken wieder zurückziehen, indem wir die Nässe und Kälte fühlten, ehe der Finger das Wasser erreicht hatte. Wer hat nicht schon die Empfindung von Regentropfen in Gesicht und Händen gehabt, wenn er Regen vermuthete?

3. Sinnliche Vorstellungen können, wie die subjectiven Sinneserscheinungen, sich mit den objectiven Eindrücken so verbinden, daß sie mit denselben gleichsam ein Ganzes ausmachen. In einer Reihe rasch aufeinander folgender, gleichmäßiger Schläge hört man willkürlich Achtel, Triolen, Sechszehntheile u. s. f., je nachdem man den 2ten, 3ten, 4ten Schall u. s. w. willkürlich verstärkt denkt. Zu der objectiven Empfindung kommt hier die Vorstellung eines Rhythmus, der auf einen Zeittheil mehrere Zeittheile des gehörten Rhythmus umfaßt, und der Erfolg ist derselbe, als ob objectiv der 2te, 3te, 4te Schlag stärker angegeben würde. Etwas Aehnliches findet beim Auge statt, wenn wir in einem Felde gleich weit von einander abstehender Punkte bald quere, bald senkrechte, bald diagonale Linien sehen. Auf dieselbe Weise malt man die objectiven Eindrücke aus, ein Handtuch zu einem Gespenst, eine Wolke zu einem Thiere, einen fern rasselnden Wagen zu einem Marsche von Trommeln u. s. f. Wir haben soeben der Sinnestäuschungen beim Suchen gedacht. Schon insofern sie im objectiven Sehfelde

erscheinen, gehören sie hieher, mehr aber noch deswegen, weil sie meist eine objective Wahrnehmung zur Basis haben, in deren allgemeine Umrisse das subjective Bild gleichsam eingetragen wird.

4. Aus dem Satze, daß die Sinnesempfindung eine Energie oder Qualität des Nerven ist, folgt unbedingt, daß der einzelne Nerve nicht zwei Eindrücke zu gleicher Zeit empfinden könne. Würde dieselbe Faser z. B. Roth und Blau empfinden, so müßte sie zugleich Roth und nicht Roth sehen, was logisch unmöglich ist [1]. Wenn daher die Sinnesvorstellungen sich mit den objectiven Erscheinungen nicht zu einem Einfachen verbinden können, so schließen sie sich gegenseitig aus, und zwar überwiegen gewöhnlich die letzteren, als die stärkeren. Nur Wenige können bei offenen Augen und hellem Lichte ein Bild, etwa Gesicht oder Gestalt einer bekannten Person, willkürlich vorstellen; fast Niemand kann, während er eine Melodie hört, einer anderen sich erinnern, er müßte sie denn laut sich vorsingen und so auch zur objectiven Stärke erheben; dagegen schwelgen wir in Gesichtsvorstellungen beim Anhören einer Symphonie und pfeifen eine Melodie oder lassen sie im Ohre tönen bei der angestrengtesten Thätigkeit des Auges. Noch mehr verhindert in den anderen Sinnen ein objectiver Eindruck die Vorstellung eines anderen. Alle Nuancen des Blickes bei der Beschäftigung mit Vorstellungen haben nur den Zweck, die Lebhaftigkeit des subjectiven Bildes auf Kosten des objectiven zu erhöhen; daher das Schließen der Augenlider, Stirnrunzeln, das Starren nach der Decke oder in

1 Eine scheinbare Ausnahme macht das Ohr; ich sage scheinbar, denn es sind zwei Hypothesen möglich, um dem allgemeinen Gesetze auch hier zu seinem Rechte zu verhelfen. Entweder nimmt man an, daß, wie im Auge, die verschiedenen Eindrücke verschiedene Stellen in der Ausbreitung des Hörnerven treffen und also nebeneinander empfunden werden, was den physikalischen Bedingungen des Hörens nicht widerstreitet; oder man muß die Combination wieder als einfache Energie betrachten, deren Elemente nur leichter willkürlich gesondert werden können, als die Elemente der zusammengesetzten Farben. Geruch und Geschmack würden in dieser Hinsicht den Uebergang vom Gesichte zum Gehöre bilden. In der That ist durch jeden Ton eigentlich ein Accord gegeben und jener nur der äußere Reiz, der die ganze Tonart im Ohre erweckt. Fortschreitungen der Melodie, denen fehlerhafte Harmoniefolgen zu Grunde liegen, sind daher eben so unerträglich, wie diese. Die mögliche Verbindung von Geräuschen zu einer einfachen Perception scheint aus der bekannten Thatsache hervorzugehen, daß Leute bei anfangender nervöser Taubheit in geräuschvoller Umgebung besser hören (verstehen), als in ruhiger.

die Ferne u. s. w. Bei offenen Augen erschafft man die matten Bilder der vorzustellenden Objecte meistens nicht in der Mitte des Sehfeldes, wo die objectiven Empfindungen am bestimmtesten sind, sondern in den trüb und verworren beleuchteten seitlichen Theilen desselben, daher die Augen sich oft unwillkürlich zur Seite wenden, als sollte die matte Empfindung deutlicher werden. Wären in der Vorstellung andere Organe thätig, als in der objectiven Empfindung, so ließe sich zwar begreifen, wie letztere im Allgemeinen der ersteren im Wege seyn kann, nicht aber, warum die Affection des einzelnen Sinnes gerade und nur die seinem Gebiete angehörenden Vorstellungen nicht aufkommen lassen sollte. Ob das Auge, so lange es mit Vorstellungen sich beschäftigt, den äußeren Eindrücken verschlossen ist, ist schwerer empirisch nachzuweisen; daß man unter den Umständen das Objective nicht wahrnimmt, würde sich schon erklären aus der Unmöglichkeit, die Aufmerksamkeit mehreren Gegenständen zugleich zuzuwenden. Entscheidend würde folgender Versuch seyn, wenn Jemand genug Energie des Willens besäße, um ihn anzustellen. Man müßte, während das offene Auge, ohne zu fixiren, auf einer einfarbigen Fläche ruht, eine andere Farbe sich vorstellen; dann dürfte, wenn man das Auge schließt, das Nachbild der ersten nicht erscheinen. Uebrigens könnte auch eine Complication des vorgestellten Bildes mit dem objectiven stattfinden. Bei Vorstellung von Formen ist dies leicht begreiflich und in der That ist es minder schwer, bei offenen Augen Formen, d. h. Umrisse auf dem farbigen Grunde der Außenwelt vorzustellen, als Farben. Vielleicht machen sich selbst farbige Flächen in der Vorstellung so, wie z. B. der Finger im gemeinsamen Sehfelde, wenn man ihn beim Fixiren eines fernen Gegenstandes vor das eine Auge hält, wo nur die äußersten Theile farbig, die mittleren durchsichtig und fast farblos erscheinen.

5. Darwin bemerkt[1], daß man beim Erwachen weniger vom Tageslichte geblendet würde, wenn man viel von sichtbaren Gegenständen geträumt habe. „Dieses kann," fährt er fort, „von Jedem am Tage versucht werden. Man verschließe die Augen und bedecke sie mit dem Hute, man denke eine Minute an eine Melodie und bemühe sich solche mit so wenig Thätigkeit des Geistes, als möglich, zu singen. Auf einmal decke man die Augen auf und öffne sie,

[1] Zoonomie. I, 1. S. 377.

in einer Secunde Zeit wird sich die Pupille zusammenziehen, man wird aber den Tag mehrere Secunden lang heller erblicken, welches von der Anhäufung der sensoriellen Kraft im Sehnerven herrührt. Dann schließe man das Auge wieder und bedecke es und denke sehr lebhaft an einen Würfel, — fasse ein deutliches Bild von allen seinen Seiten roth gefärbt in den Augen des Geistes auf, dann dieselben grün gefärbt und dann blau; endlich öffne man das Auge und nach der ersten Secunde, welche man auf die Zusammenziehung der Iris rechnen muß, wird man nicht die mindeste Vermehrung des Tageslichtes erblicken oder man wird nicht im Mindesten geblendet seyn, weil die sensorielle Kraft beim Denken an die sichtbaren Gegenstände verbraucht ist."

Wenn diese Beobachtung richtig ist, ich gestehe, daß mir die Entscheidung sehr schwierig scheint, so zeugt sie allerdings unwiderleglich für den Antheil des Sinnesnerven an der Vorstellung.

Erwägt man alle diese Gründe, so wird man geneigt seyn, anzunehmen, daß sinnliche Vorstellungen (in der oben angegebenen Bedeutung, wie ich nochmals bemerke) und sinnliche Empfindungen weder dem Wesen, noch dem organischen Grunde nach verschieden sind, daß also auch die sinnlichen Vorstellungen Functionen, d. h. Zustände des Sinnesnerven sind. Der Sinnesnerve, als das Vermittelnde zwischen der Außenwelt und dem Denkenden in uns, kann von beiden Seiten her zu einer Aeußerung seiner Energien angeregt werden, die entweder in der Form der sinnlichen Erscheinung oder der sinnlichen Vorstellung erfolgt. Jene tritt, so viel wir wissen, auf objective Reize immer ein; bei psychischen Affectionen dagegen ist das Sinnesorgan gewöhnlich in der Weise der Vorstellung thätig[1], und so konnte es geschehen, daß man das, was sich in der Beobachtung immer verbunden darstellte, als ein Einfaches betrachtete, und jene sinnlichen

[1] Da auf Reize, die den Nerven in seiner ganzen Ausdehnung afficiren, wie dies bei objectiven, von der Peripherie aus wirkenden Eindrücken der Fall ist, die Reaction immer als Sinneserscheinung erfolgt, so könnte man annehmen, daß das Charakteristische derselben in Schwingungen der ganzen Faser bestehe, daß die geistigen Einflüsse von gewöhnlicher Stärke, namentlich der Wille, nur das centrale Ende erregen, stärkere aber auch von diesem aus den ganzen Nerven in Schwingung versetzen. Daß Phantasmen nach Exstirpation der peripherischen Ausbreitung eines Nerven noch möglich sind, streitet nicht geradezu gegen diese Annahme, weil ja kürzere oder längere Reste der Fasern immer zurückbleiben.

Bilder selbst für eine Form des Selbstbewußtseyns hielt. Es ist aber leicht zu zeigen, daß die sinnlichen Vorstellungen, so gut wie Empfindungen, unbewußt und unwillkürlich existiren können. Am häufigsten ertappt man sich auf dem bewußtlosen Vorstellen von Melodien, während die Gedanken mit etwas ganz Anderem beschäftigt waren. Daß wir uns von dem Aeußern einer fremden Person oder von einem unbekannten Gegenstande ein concretes, sinnliches Bild geschaffen haben, erfahren wir oft erst nachher durch die Ueberraschung, welche der Contrast der wirklichen Erscheinung mit unserer Vorstellung bewirkt. Schon die bestimmte Situation, in der das willkürlich hervorgerufene Bild, eines Bekannten etwa, erscheint, ist etwas, was die Sinnlichkeit ohne unser Wissen und Willen hinzufügt, und hier zeigt sich eben wieder der Einfluß des sinnlichen Gedächtnisses; denn die Personen stellen sich in der Kleidung und Haltung dar, wie wir sie oft, oder zuletzt, oder in einem bedeutenden Momente gesehen; sehr leicht erscheint auch statt des Originales ein Portrait, wenn wir ein solches kennen, da der Eindruck des letzteren anhaltender auf unser Auge gewirkt hat, als die unruhige, lebende Gestalt selbst. Eben so ergeht es bei Gehörsvorstellungen. Liest man den Brief einer bekannten Person oder das Buch eines Autors, den wir sprechen gehört haben, so tönen die Worte mit dem eigenthümlichen Klange und Accente ihrer Rede. Hieher gehört auch, daß man in einem Aufsatze einzelne, mit gesperrter Schrift gedruckte Sätze beim stillen Lesen in Gedanken lauter hört, wie wenn sie geschrien würden.

Die Erörterung von Verhältnissen, welche nur einzelnen Sinnen zukommen und sich auf deren specielle Energie beziehen, gehört eigentlich nicht in den Kreis unserer Untersuchung, indeß muß ich doch in der Kürze einer Eigenthümlichkeit des Seh- und Tastsinnes gedenken, welche zu Schlüssen über den feineren Bau dieser Organe und des Nervensystemes überhaupt geführt hat, ich meine das Bewußtseyn des Räumlichen. Jedes Sinnesorgan besteht aus einer gewissen Zahl homogener Fasern, aber in der Nase, der Zunge und wahrscheinlich auch im Ohre scheinen alle Fasern jedesmal in gleicher Weise zu reagiren oder doch ihre Empfindung zu einem einzigen Eindrucke zu vermischen; durch die Zahl der gleichartig afficirten Fasern wird nur die Intensität der Empfindung erhöht und es kann daher ein Theil der Fasern gelähmt seyn oder fehlen, ohne daß daraus dem Organismus ein Mangel erwüchse. Im Auge und

in den Tastnerven wird zwar zunächst auch die Intensität der Empfindung durch die Menge gleichzeitig thätiger Fasern bestimmt, die Heftigkeit der Schmerzen richtet sich nach der Zahl betheiligter Nerven, das Licht wird stärker empfunden, wenn beide Augen geöffnet sind, als wenn nur ein einziges demselben ausgesetzt ist: zugleich aber kommt die specifische Erregung einzelner Punkte der Nervenausbreitung gesondert zum Bewußtseyn und die Summe specifisch erregter Punkte wird in einer Fläche nebeneinander und in Beziehung zu einander vorgestellt. Wenn hier ein Theil der Nervenausbreitung gelähmt ist, so macht sich dies als Lücke in der vorgestellten Fläche bemerklich. Diese Eigenthümlichkeit des Seh- und Tastorganes erklärt man so, daß in der Cutis und in der Retina die Nervenfasern ihre Enden oder gleichsam ihre Spitzen der Außenwelt entgegen richten, daß diese Enden nebeneinander geordnet eine Art Mosaik darstellen, die aus so vielen Punkten mit besonderer Empfindung bestehe, als Nervenenden vorhanden seyen, daß vom peripherischen Ende jeder Faser durch die ganze Faser hindurch der Eindruck unvermischt zum centralen Ende geleitet werde und von diesem aus sich dem Sensorium mittheile, in welchem eine entsprechende Menge von entsprechend geordneten Punkten, mit der Fähigkeit bewußt zu empfinden begabt, angenommen wird. Diese Ansicht läßt sich mit dem, was die neuesten Untersuchungen über den Verlauf der Nerven, namentlich in der Retina, gelehrt haben, nicht vereinigen. Man kann nicht anders als zugeben, daß die von verschiedenen leuchtenden Punkten ausgehenden Lichtstrahlen, durch die brechenden Medien des Auges wieder in einen Punkt gesammelt, in aliquoten Theilen einer und derselben Faser gesondert empfunden werden. Die Bedingungen, welche jene physiologische Theorie voraussetzt, werden durch die Stäbchen der Jacob'schen Haut erfüllt und die Aehnlichkeit, welche sie in vielen Reactionen mit Nervensubstanz zeigen, giebt Anlaß zu vermuthen, daß sie der eigentlich empfindende Theil der Netzhaut seyen und daß ihre Veränderung es sey, welche auf irgend eine Weise durch Vermittelung der Fasern des Sehnerven dem Gehirne zugeleitet werde. Wenn man sich aber der Fälle erinnert, wo nach Exstirpation des Bulbus Phantasmen und Traumbilder fortbestanden, so wird man ihnen diese Bedeutung nicht zuzuschreiben wagen. Wie eine Faser verschiedene Affectionen von differenten Punkten ihres Verlaufes zugleich zum Gehirne zu leiten vermöge, ist freilich nicht einzusehen; allein diese

Vorstellung hat sich uns schon früher als eine unhaltbare erwiesen und wir sehen hier nur einen neuen Grund, um anzuerkennen, daß die Faser nicht blos leite, sondern selbstthätig empfinde, und daß der Zusammenhang mit dem Gehirne nicht für die Sensation, sondern für das Selbstbewußtwerden derselben unerläßlich sey. Die physiologischen Thatsachen, welche sonst für die Correspondenz aufnehmender Punkte an der Peripherie mit vorstellenden Punkten im Centrum zu sprechen scheinen, lassen theils ein andere Erklärung zu, theils werden sie neutralisirt durch widersprechende Thatsachen. Das Einfachsehen mit zwei Augen könnte man aus jener Theorie wohl begreifen, wenn man zugleich mit J. Müller annimmt, daß je zwei identische Fasern beider Augen im Chiasma zu einer einzigen zusammenfließen (s. oben), aber solche Anastomosen dürften jetzt nicht mehr verborgen bleiben, und wenn man dieselben zugiebt, so müßten nicht nur die Formen, sondern auch die Farben an identischen Stellen beider Augen zu einem einfachen mittleren Eindruck verschmelzen, was nicht der Fall ist. Im Bereiche des Tastsinnes ist vorzüglich das von Romberg sogenannte „Gesetz der excentrischen Erscheinung" jener physiologischen Thesis günstig. Ein Tastnerve giebt, an welcher Stelle seines Verlaufes er gereizt werde, immer die Empfindung, als sey der Ort der peripherischen Verbreitung gereizt; es scheint deshalb die Faser in ihrer ganzen Länge nur die eine Energie zu besitzen, den einen Punkt, an welchem sie umbiegt, zu repräsentiren. Daß aber der Druck auf den Stamm zugleich an der gedrückten Stelle gefühlt werde, hat bereits J. Müller zugegeben[1]. Ich mache keinen Versuch, diesen Widerspruch zu lösen, aber ich kann auch eine Erklärung nicht für richtig halten, welche, um consequent zu seyn, das eine oder andere Factum geradezu leugnen müßte[2]. Ueber die Deutung einiger anderer hieher gehöriger Versuche vgl. Mile in Müll. Arch. 1838. S. 385.

---

1 Physiol. I, 701.

2 Valentin glaubt, durch die von Gerber entdeckten Umbiegungsschlingen einzelner Primitivfasern innerhalb der Nervenstämme erklären zu können, warum die Stämme an dem Orte, wo sie gedrückt werden, schmerzen (Funct. nerv. p. 84). Meiner Ansicht nach müßten diese Schlingen dann viel zahlreicher seyn, und man müßte sie an allen Stellen finden.

Ueber die Energie des Organes des Denkens haben wir uns schon im Verlaufe dieser Untersuchung an mehreren Orten ausgesprochen, wo es darauf ankam, den Antheil des Selbstbewußtseyns beim Empfinden und Vorstellen von der Sinnesthätigkeit zu scheiden. Die Anschauungsform, welche dem Denken eigenthümlich ist, näher zu charakterisiren, liegt jenseits der Grenzen dieses Werkes. Man kann verschiedene Versuche machen, durch Analyse der zusammengesetzten Operationen unseres Geistes auf die einfachsten Begriffe oder Kategorien zurückzukommen, aber diese aus etwas Anderem, als aus ihnen selbst erklären oder aus irgend etwas außer ihnen ableiten wollen, wäre ein eben so thörichtes Beginnen, als wenn man Farben durch Töne anschaulich zu machen dächte. Jede Erklärung des Begriffes setzt eben Das, was sie erklären soll, schon voraus und so machte es die philosophische Schule (Locke), welche die Verstandesbegriffe aus der sinnlichen Erfahrung abzuleiten sich vermaß. Der Satz: nil in intellectu, quod non ante fuerat in sensu, ist so falsch, daß man vielmehr, wenigstens nach physiologischen Principien, behaupten muß, es könne nie etwas aus den Sinnen in den Verstand übergehen. Wenn äußere Einflüsse keine Empfindung in den Sinnen zu erzeugen vermögen, die nicht schon vorher, als Zustand des Sinnes, der Möglichkeit nach vorhanden war, so kann auch von außen nichts in das Organ des Denkens gelegt, sondern nur, was darin schlummert entwickelt werden. In der Wechselwirkung mit der Außenwelt werden die einfachen Sinnesenergien gleichsam specificirt durch die adäquaten Reize, den verschiedenen Schwingungszahlen des Lichtäthers oder der Schallwellen entsprechen bestimmte Anschauungen aus der Scala der Farben oder Töne und diese, wenn sie einmal geweckt sind, treten in dem erzogenen Sinne in den eingeübten Verbindungen und Folgen an die Stelle der ursprünglichen Sensationen. Der adäquate Reiz für das Organ der Seele sind aber die Zustände der Sinnesorgane, den Affectionen der Sinne entsprechen gewisse Begriffe, die sinnlichen; wie weit sie ausgebildet werden, hängt von den Erlebnissen der Sinne ab. Das Denken des durch die Sinne entwickelten Verstandes steht zu dem ursprünglichen Denken etwa in dem Verhältnisse, wie die Phantasien des gebildeten Auges zu den einfachen Blitzen und farbigen Flecken. Auf die ursprünglichen Begriffe zurückzukommen ist so wenig möglich, daß wir selbst über die abstractesten Dinge in Formen denken müssen, die uns durch die Sinn-

lichkeit aufgedrungen sind. Wir dürfen dies wissen, wir dürfen die Formen für gleichgültig halten und Individuen neben uns anerkennen, welchen ihre Geschichte und ihre Weise zu empfinden andere Formen anerzogen hat, um dann erst recht überzeugt zu seyn, daß dem, „was jeder in seiner Sprache sagt,“ eine angeborne, nothwendige Erkenntniß zu Grunde liege.

In seinen Erregungsverhältnissen schließt sich das Organ der eigentlichen Seelenthätigkeiten den Sinnesorganen an. Man weiß, daß es sich ermüden und in der Ausdauer üben läßt. Es gibt contrastirende Begriffe, wie contrastirende Farben, die freiwillig mit einander wechseln, so daß die Ideenassociation bald im Gleichartigen, bald nach Gegensätzen fortschreitet. Selbst die Zustände des Erethismus kann man in verschiedenen Arten des Wahnsinns und schon in der Trunkenheit beobachten. Die psychischen Functionen haben den Charakter bald der tonischen, bald der klonischen Erregung, im ersten Falle wird ein Gedanke beständig festgehalten und läßt sich nicht verdrängen, im zweiten springt das Denken in wilder Eile von Satz zu Satz, und wenn die Schwäche den höchsten Grad erreicht hat, so wird kein Gedanke mehr zu Ende geführt und mitten im Sinne stockt die Rede.

Das Organ des Denkens reagirt, gleich den übrigen Nerven in seiner eigenthümlichen Energie auch gegen andere, als die adäquaten Reize. Daß es durch beide Arten von Reizung nicht erweckt werde, ist hier leichter zu beweisen, als bei den sensibeln Nerven; daß es aber durch dieselben modificirt werde, davon sich zu versichern, ist schwerer. Bei den Sinnen kann man den Erfolg einer Reizung danach ermessen, daß ihre Thätigkeit, wenn sie vorher unbeachtet blieb, sich nach der Alteration plötzlich dem Selbstbewußtseyn aufdrängt. Dieses Kriterium verläßt uns beim Denken, welches seinem Wesen nach und beständig selbstbewußt ist; hier finden wir Belege für die ausgesprochene Wahrheit nur in der veränderten Richtung und Stärke der Gedanken. Beides hängt von mechanischen und chemischen Einflüssen ab. Wer kann es leugnen, daß eine Congestion zum Kopfe, ein Druck durch Geschwulst oder Knochensplitter die ganze Denkweise eines Menschen umzuwandeln vermag? Wer hat nicht schon erfahren, wie mit einem Glase Wein im Blute nicht nur die Stimmung sich aufheitert, sondern auch Combinationen sich wie von selber darbieten, welche man vielleicht geahnt, verfolgt, aber nicht ins Klare zu bringen vermocht hatte,

Noch auffallender sind die Veränderungen, welche in der Intensität des Denkens durch solche Reize hervorgebracht werden. Darüber sogleich mehr.

Es wurde früher gezeigt, wie in den Centralorganen mittelst der grauen Substanz die Erregung eines Nerven auf andere wirkt, und deren Thätigkeit bald erhöht, bald vermindert. So kann gewissermaßen der Zustand Eines Nerven zum Reize für einen anderen werden, excitiren oder deprimiren. Betrachtet man die Sympathien unter diesem Gesichtspunkte, so ergiebt sich von selbst, was die Erfahrung bestätigt, daß nämlich die Mittheilung um so sicherer und in so größerer Ausbreitung erfolge, je stärker die Reizung und je größer die Erregbarkeit entweder der zuerst getroffenen oder der sympathisch zu erregenden Nerven oder des gesammten Nervensystemes. Es sey erlaubt, nochmals zu bemerken, daß der Grad der Erregbarkeit nur durch den Grad der bereits vorhandenen Erregung bestimmt werde. In Bezug auf die Sinnes- und Bewegungsnerven will ich diesen Gegenstand hier nicht weiter verfolgen, sondern verweise auf meine ausführliche Darstellung in den Pathologischen Untersuchungen S. 118 ff. Dagegen kann ich mir nicht versagen, eine Anwendung der Gesetze der Sympathie auf das Verhältniß des Seelenorganes zu den übrigen Nerven zu versuchen. Es sollen dadurch, wie ich hoffe, die bisher vorgetragenen Ansichten über die psychischen Functionen noch mehr befestigt werden.

Bei dem gewöhnlichen, ruhigen und abstracten Denken fällt kaum etwas Anderes ins Selbstbewußtseyn, als die Gedanken. Das Wissen von dem Zustande des eignen Körpers ist dabei in den Hintergrund gedrängt, obgleich nicht ganz erloschen, sonst könnten Veränderungen des Körpers nicht die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Die Sinne bewegen sich unbewußt in Anschauungen, welche ihnen durch die Außenwelt zugeführt werden, oder in Gedächtnißbildern oder in Vorstellungen, deren Charakter durch die Natur der Begriffe bestimmt wird. Im Gehörsinne werden fast regelmäßig die gedachten Begriffe von specifischen Vorstellungen begleitet, dies sind die Wörter, Gehörphantasmen, welche den Begriffen entsprechen und als Symbole derselben benutzt werden [1]. Uebrigens läßt

[1] Nach der Theorie, welche schon Herder von dem Ursprunge der Sprache aufstellte. Zunächst sind es übrigens Bewegungen der Sprachwerk-

sich, wie ich glaube, die Möglichkeit eines Denkens ohne Worte nicht leugnen; es ist schneller, dunkler und wird, insofern es beim Handeln den Ausschlag giebt, Tact oder Gefühl genannt. Die Muskeln des Körpers sind beim ruhigen Denken ihrem normalen Tonus überlassen oder in einer Thätigkeit, die, einmal eingeleitet, bei der geringsten Intention fortbesteht.

Es giebt eine andere Art zu denken, wobei Körper und Seele in einem engeren Zusammenhange zu stehen scheinen, wobei das, was in der Seele vorgeht, sich am Körper ausprägt, und in den Sinnen Umstimmungen bewirkt werden, die wieder ins Selbstbewußtseyn fallen. Neben dem Gedanken besteht das Gefühl der leiblichen Veränderungen, des erhöhten oder verminderten Tonus. Ein solches Denken heißt affectvoll, Denken + Selbstbewußtsein der leiblichen Veränderungen ist Affect, Gefühl oder Leidenschaft: objectiv verräth sich der Affect durch die Theilnahme der motorischen Nerven: die gedachten Wörter werden gesprochen, was zu ruhigen Zeiten gesprochen worden wäre, wird geschrien, die Muskeln spannen sich stärker oder beben oder erschlaffen, die Gefäße contrahiren oder erweitern sich, wodurch die Turgescenz erhöht oder vermindert wird u. s. f.

Factisch unterscheiden wir also das leidenschaftliche Denken von dem ruhigen durch die Affectionen sensibler oder motorischer Nerven, welche jenes begleiten, und es ist für die Erscheinung gleichgültig, in welchem Causalverhältnisse die Affectionen der Körpernerven zum Denken stehen. Das Denken einer drohenden Gefahr ist noch nicht Furcht und ist an sich weder angenehm noch unangenehm, zu einem peinlichen, leidenschaftlichen Gefühle wird dies Denken erst, wenn die Beklemmung der Brust, Herzklopfen u. dgl. hinzukommen. Derselbe Affect tritt auf in Herzkrankheiten, nicht blos in hohen Graden derselben, wo wirkliche Athemnoth sich einstellt, sondern auch bei leisen nervösen Verstimmungen des Herzens. Diese sind schuld, daß eine unbestimmte Angst entsteht, die Kranken wissen nicht wovor, und daß, wo Befürchtungen möglich sind, das Denken sogleich zum Affect wird.

Wenn das Denken die Affectionen der Körpernerven veranlaßt, so ist dies eine Erscheinung der Sympathie; daß die Mittheilung

zeuge, welche der Begriff, gleichsam sympathisch hervorruft, und erst die von diesen Bewegungen entstehenden Geräusche werden wieder zu Schallempfindungen.

erfolge und wie weit sie sich erstrecke, hängt nach den oben erwähnten Gesetzen von folgenden Umständen ab.

1. Von der Stärke des Reizes. Eindrücke derselben Art erzeugen anfangs ruhiges Denken und dann, indem sie sich wiederholen und häufen, Affect, sowie umgekehrt die leidenschaftliche Aufregung, welche ein Gedanke im ersten Augenblicke erweckte, sich allmählig und in dem Maaße verliert, als die Schärfe des Gedankens durch Gewöhnung sich abstumpft. Indem ein Gedanke an Bestimmtheit gewinnt, breiten sich die entsprechenden sympathischen Bewegungen aus. In dem Augenblicke, wo man Jemanden eine sanfte oder zweideutige Unannehmlichkeit sagt, kann man den Blick unsicher werden, eine leichte Röthe oder Blässe über das Gesicht fliegen sehen, die sich verliert oder fortschreitet, je nachdem die Rede sich zum Guten oder Schlimmen wendet.

2. Von der Erregung oder Erregbarkeit des Seelenorganes, weil der Effect der Reizung mit der Erregbarkeit wächst. Wie sehr Congestionen zum Gehirne (z. B. bei beginnendem Hydrocephalus), Gehirnentzündung u. dgl. zu Affecten disponiren, ist hinlänglich bekannt. Die tägliche Erfahrung lehrt es, daß Contraste die Ausbreitung der Sympathien vom Organe des Denkens begünstigen. Es ist auch hier nicht die plötzliche Erregung, sondern der plötzliche Uebergang aus einer Erregungsform in die andere, welcher erschüttert, weil durch jede Anschauung die Erregbarkeit für den Gegensatz erhöht und also dieser, wenn er von außen sich bietet, als heftigerer Reiz empfunden wird. Unvorbereitete Trauer ist eben so verderblich, als unvorbereitete Freude, und selbst wenn in keinem der beiden Gegensätze etwas liegt, was an sich Affect erregen würde, so entstehen doch durch den raschen Wechsel Sympathien, Lachen oder Rührung. Indem man eine Person, der man eine frappante Nachricht mitzutheilen hat, allmählig auf analoge Gedanken führt, thut man absichtlich, was ungeschickte Anekdotenerzähler, die die Pointe andeuten, absichtslos bewirken, man mäßigt die Erregbarkeit, dadurch die Erregung, dadurch endlich die sympathischen Bewegungen. Es ist gerade so mit den Sinnen, und ein großer Unterschied, ob man plötzlich in kaltes Wasser springt oder sich allmählig abkühlt.

3. Von der Erregung oder Erregbarkeit der Körpernerven. Dies zeigt sich besonders dadurch, daß einzelne, reizbarere Nerven beim Denken leichter und heftiger mitwirken, als die

übrigen. Ein Aerger macht dem Brustkranken Husten, einem Un-
terleibskranken Diarrhöe oder Krampf der Gallengänge, einem Herz-
kranken Palpitationen; Hysterische bekommen „ihre" Krämpfe u. s. w.
Die Erzählung einer traurigen Begebenheit kann Einem in jedem
zufällig entzündeten Körpertheile Schmerz bereiten. So sind auch
die den Affect ausdrückenden unwillkürlichen Bewegungen, z. B.
das Lachen, gleich den Reflexbewegungen stärker in Muskeln, welche
apoplektisch gelähmt sind, wie der interessante Fall beweist, welchen
A. Magnus mittheilt[2].

4. Ueberall wo normal, durch die erste Organisation, oder
zufällig durch vorübergehende Einwirkungen, der Tonus des ganzen
Nervensystemes ein höherer ist, finden eher Sympathien statt und
steigert sich das Denken eher zum Affect. Wir haben früher den
sanguinischen und cholerischen Temperamente einen höheren Tonus
zugesprochen; eine Folge davon ist die bekannte Leidenschaftlichkeit
der Cholerischen und Sanguinischen, welche man unter sich wieder
so unterscheiden könnte, daß beim Cholerischen zugleich Ausdauer,
beim Sanguinischen Erethismus vorhanden ist. Was von der
Stimmung oder Laune oben im Allgemeinen behauptet wurde, gilt
ebenfalls in Bezug auf das Seelenleben. Es ist ein momentanes
Hinneigen zu diesem und jenem Temperamente, welches durch kör-
perliche Krankheit, durch Wein und selbst wieder durch einen Affect
eingeleitet seyn kann. Durch Fasten, Schläfrigkeit, Narkotica,
nach erschöpfenden Krankheiten und Säfteverlusten ist mit der Nei-
gung zu Krämpfen und Reflexbewegungen auch die psychische Reiz-
barkeit erhöht. Der Grund der vermehrten Erregung ist freilich in
manchen dieser Fälle nicht leicht zu begreifen.

Ich glaube, daß jede Art von Gedanken sich zur Stärke des
Affectes zu erheben vermag, und kann weder das Streben, noch die
Beziehung auf das Selbst mit J. Müller[3] für wesentlich zur
Erregung der Leidenschaft halten. Man läßt sich rühren durch eine
erhabene Naturerscheinung, eine naiv vorgetragene Beobachtung, durch
eine scharfsinnig durchgeführte Deduction, zumal wenn sie mit Ueber-
raschung wirkt; von der anderen Seite sind wir im Stande, Ob-
jecte, welche in der Regel Affect erzeugen, zum Vorwurf des

1 Vgl. J. Müller, Physiol. I, 834.

2 Müll. Arch. 1837. S. 258.

3 Physiol. II, 573.

... Denkens zu machen. Wenn man fremdes Leiden sieht, so ... es oft von körperlicher Stimmung ab, ob man daran eine ...chtung knüpfe, wie dasselbe entstanden oder wie ihm abzuhelfen ... oder ob man Beklemmung, Schaudern, das Gefühl des Mit... oder Ekels empfinde. Die Begriffe des Angenehmen oder ...genehmen sind eigenthümliche, nicht weiter erklärbare An...ungsformen, aber an sich so wenig Gefühl, als der Gedanke, ... jenes zu suchen und dies zu meiden sey, Wille ist. Zum Ge... der Lust und Unlust werden jene Begriffe erst, wenn sie lebhaft ...g sind, um sympathische Erregungen zu veranlassen, sowie der ...nke, der Unlust zu entweichen, zum Willen wird, wenn er die ...kmäßigen Bewegungen hervorbringt, was mitunter sogar ohne ...rückliche innere Bejahung, man sagt instinctmäßig oder unwill...ich, geschieht. Gedanken, die sich auf das Subject beziehen, ...den nur deshalb leicht zu Affect, weil sie, wenn ich so sagen ..., stärker gedacht werden. Je öfter sich mir ein Gesetz durch die ...ahrung bestätigt hat, desto größer ist der Contrast und deshalb ...h der Schrecken, wenn die erste widersprechende Beobachtung ...mmt; je mehr ich gewohnt bin, meine Gedanken an ein Gut ...r eine Person zu knüpfen, desto schärfer empfinde ich den Abstand ...ch dem Verluste derselben, desto tiefer die Trauer darüber. Nach ...sen und ähnlichen Erfahrungen möchte ich als Grundsatz auf...llen, daß eine Vorstellung um so intensiver ist, je vielseitigere ...eziehungen sie hat, je mehr andere sie in sich schließt, je häufiger ... mit anderen wiederholt worden ist. Gedanken, welche den ...genen Besitz oder Verlust zum Gegenstande haben, müssen aus ...esen Gründen die intensivsten seyn. Aber es können auch bloße ...bstracte Meinungen durch eine Art von Uebung oder Gewöhnung ...asselbe Gewicht erhalten; die Menschen bilden sich Urtheile, an die ...nan nicht rühren darf, so entsteht die sogenannte „schwache Seite" ...und der fixe Wahn. Wie überall Gegensätze die Erregbarkeit er...höhen und dadurch Sympathien begünstigen, so entsteht Leidenschaft erst durch die Negation solcher liebgewordenen Vorstellungen. Endlich läßt sich die Intensität der Erregung (hier also der Vorstellung), durch die Erregbarkeit der sympathisch theilnehmenden Nerven ersetzen: ohne daß eine Vorstellung tiefere Wurzel gefaßt hätte, wird doch bei körperlich vermehrter Reizbarkeit, z. B. im Rausche, durch den Widerspruch eher Leidenschaft geweckt.

Wollte mir übrigens Jemand einwenden, daß ihm überhaupt

das Denken eines Angenehmen oder Unangenehmen nicht möglich sey, ohne eine Spur von Empfindung, so würde ich einer solchen Behauptung nicht geradezu zu widersprechen wagen. Ich würde mir aber das Verhältniß dieser Empfindungen zu denen des eigentlichen Affectes so vorstellen, wie das Verhältniß der sinnlichen Vorstellungen zu den Sinneserscheinungen, es wären matte, das Denken begleitende Gedächtnißbilder früherer Affectionen, die darum nicht weniger der Sinnlichkeit angehören.

Allen oder den meisten Leidenschaften ist eine Reihe sympathischer Bewegungen gemein; sie beginnen am Kopfe und dehnen sich in dem Maaße, wie der Affect wächst, auf den Stamm nach abwärts aus, eine Thatsache, die allein im Stande wäre zu beweisen, daß das Organ des Denkens sich im Kopfe befindet. Bei den sensibeln Nerven ist diese Art des Fortschreitens hinlänglich bekannt. Man sagt nicht unrecht, daß es Einem kalt oder warm den Rücken hinunter laufe. Unter den willkürlichen Muskeln sind es zuerst die der Stirn und des Augapfels, welche eine leidenschaftliche Aufregung verrathen, dann verzerrt sich der Mund oder verzieht sich zum Lächeln, leicht wird die Stimme verändert, hoch, schreiend oder bebend und versagt gänzlich; weiter hin kommen dazu die mannichfachen Krämpfe der Athemmuskeln, endlich Anspannung, Zittern oder Lähmung der Extremitäten. Bei den Eingeweiden fangen die sympathischen Affectionen mit dem Schlunde (Gefühl des Zusammenschnürens), dem Herzen und den Lungen[1] an

1 Das Gefühl der Beklemmung halte ich zunächst für die Folge einer Contraction der feineren Bronchien. Wenn diese zusammengezogen sind, so wird es schwer, die Brust auszudehnen, weil die Luft nicht in die Lungen nachstürzen kann. Es müßte, wenn die Bronchien nicht nachgeben wollten, bei der Erweiterung des Thorax ein luftleerer Raum zwischen Lungen und Brustwänden entstehen, die Inspirationsmuskeln hätten außer ihrer gewöhnlichen Last noch den Druck einer Atmosphäre zu überwinden. Man sieht, es ist mehr als Metapher, wenn Geängstete sagen, es liege ihnen centnerschwer auf der Brust oder dem Herzen, die Last ist nur etwas zu gering angeschlagen. Bei mäßigen Graden der Verengung der Bronchien entsteht gewissermaßen ein Wettstreit zwischen diesen und den Respirationsmuskeln. Die letzteren versuchen eine tiefe Inspiration (Seufzen), und wenn sie geräth, fühlt man sich erleichtert. Sie geräth aber nicht immer, die Muskeln können auf halbem Wege nicht weiter, die Brust ist „wie zugeschnürt", und die Anstrengung gegen das Hinderniß ist eben so gewaltsam und ermüdend, als der Widerstand gegen eine Last es seyn würde.

Die Freude dagegen löst die Spannung der Bronchien (wie der übrigen

und gehen dann auf Darm und Blase, allenfalls auch auf die Ausführungsgänge der Leber über. Am schönsten bewährt sich das ausgesprochene Gesetz in den Veränderungen des Tonus der Gefäße. Die Gefäße des Gesichtes werden zuerst verengt oder erweitert, daher Blässe oder Röthe; eine auffallende Vermehrung oder Verminderung des Turgors kündet sich zuerst in den Augen an durch vermehrte oder verminderte Wölbung der Hornhaut, wodurch das Auge glänzend oder matt wird; die Secretion steigert sich zuerst in der Thränendrüse, in den Schweißdrüsen der Stirne und des Gesichtes, in den Speicheldrüsen (das Schäumen vor Wuth); verminderte Absonderung der letzteren, welche in manchen Affecten vorkommt, verkündet sich durch Trockenheit in der Mundhöhle. In höheren Graden von Scham oder Zorn oder Furcht dehnt sich die Röthe über Hals und Nacken aus, vermehrt sich auch in den Schweißdrüsen des Stammes, den Nieren und den Drüsen des Darmes die Congestion und Absonderung, wird endlich das Bindegewebe des ganzen Körpers straffer oder schlaffer.

Es ergiebt sich aus der Uebersicht dieser Erscheinungen, daß der Consensus zwischen dem Organe des Denkens und den übrigen Theilen des Nervensystemes sich bald durch sympathische, bald durch antagonistische Erregung äußert. Schon an einem anderen Orte[1] habe ich die erhöhte Reizbarkeit der Körpernerven im Schlafe und der Ohnmacht aus einem Antagonismus zwischen den Körpernerven und dem Organe des Denkens zu erklären versucht; es scheint demnach der Tonus in jenen zu steigen, sowie er in diesen fällt. Dürfte man nicht die Ekstase und wirklich erhöhte Schärfe des Geistes bei Solchen, die an innerer Lähmung und Brand sterben, auf denselben Grund zurückführen? Antagonistisch sinkt ferner der Tonus in den Körpernerven bei angestrengtem Denken und concentrirter Aufmerksamkeit, daher die Schlaffheit des Gesichtes, das Offenstehen des Mundes, die langsamen und tiefen Athemzüge, vielleicht selbst die geringere Empfindlichkeit, und eben so wird endlich die Lebhaftigkeit psychischer Affectionen durch die körperliche Thätigkeit herabgestimmt, die Leidenschaft erschöpft sich durch Weinen,

glatten Muskeln und des Bindegewebes). Nun fällt der Stein vom Herzen, der Busen athmet freier, die Brust fühlt sich gehoben u. s. f., weil die leicht ausdehnbaren Bronchien so viel Luft aufnehmen, als durch die Erweiterung der Brusthöhle nur Platz finden will.

[1] Pathol. Unters. S. 131.

Lachen, Toben, Schreien, man mildert sie willkürlich durch Gesichts-
verzerrungen, Kopfschütteln u. dgl. . Die Bedingungen aber, wo-
nach in einzelnen Fällen. Sympathie oder Antagonismus eintritt,
wollten mir hier nicht klarer werden, wie bei den Beziehungen
der Körpernerven unter sich. Wie erwähnt, werden oft beim Nach-
denken die Gesichtszüge schlaffer, sie werden aber eben so oft ge-
spannter, die Körperbewegungen, z. B. das Gehen, werden zuwei-
len vergessen, zuweilen auch mit größerer Heftigkeit fortgesetzt.
Jeder Affect kann blaß und roth machen, zuweilen beides nach ein-
ander und bald erst blaß und dann roth, bald umgekehrt. Es ist
dies auch nicht individuell, sondern hängt von anderen Zufälligkeiten
ab, denn derselbe Mensch wird z. B. im Zorne heute roth und
morgen blaß. Nur das ist Regel, obgleich auch nicht ohne Aus-
nahme, daß bei allgemeiner Irradiation die Erregung der sensibeln
und eigentlichen Muskelnerven einerseits, und der Gefäße des Bin-
degewebes und der Bronchien andrerseits im umgekehrten Verhält-
nisse sich hebt und fällt. Daß dies in besonderen Beziehungen des
Organes der Seele zu der einen oder anderen Gruppe von Nerven
begründet sey, läßt sich nicht behaupten, da die sensibeln und Ge-
fäßnerven schon unter sich häufiger in antagonistischem, als in
sympathischem Verhältnisse stehen. Ueberhaupt kann man einen
directen Einfluß des Denkens auf die Gefäßnerven nicht beweisen;
die Alterationen der letzteren mögen ebensowohl als secundäre, in
Folge einer Reizung oder Depression entsprechender Muskel- und
Sinnesnerven gedeutet werden [1].

Wiewohl indeß die geschilderten Alterationen der Empfindung
und Bewegung bei den verschiedenartigsten Gedanken, wenn sie nur
intensiv genug sind, sich wiederholen können, so ist doch der Ge-
genstand des Denkens oder, was Eins ist, die jedesmalige specifische
Form der Thätigkeit des Seelenorganes insofern von Einfluß, als

1 Der Einfluß der Gemüthsbewegungen auf Secretionen wird nach dem
oben Mitgetheilten so erklärt, daß zunächst der Tonus der Gefäße und mittel-
bar die Ausschwitzung des Blutplasma vermehrt oder vermindert werde. Man
kann danach begreifen, wie die Secrete sparsamer oder reichlicher fließen,
dünner oder concentrirter werden. Räthselhaft bleiben aber noch die eigen-
thümlichen, qualitativen Umwandlungen derselben. Wenn es auch noch bezwei-
felt werden darf, ob der Speichel der Thiere im Zorne wirklich giftig werde,
so steht es doch ganz fest, daß die Milch durch Gemüthsbewegungen schädliche
Eigenschaften erhält und daß die Contenta des Darmes, namentlich die Gase,
in der Furcht einen ganz besonderen Geruch annehmen.

gewisse Gedanken leichter und gewöhnlicher von einer Erregung, andere von einer Depression der Nerven begleitet werden. Man hat darnach die Affecte in excitirende und deprimirende eingetheilt. Das Gefühl einer mäßigen Erregung, z. B. einer mäßigen Wärme in den Tastnerven, und das Gefühl der Energie in den Muskelnerven ist behaglich, deshalb sind die excitirenden Affecte meist zugleich die angenehmen, die deprimirenden unangenehm. Man kehrte den Satz um, man nannte die angenehmen Empfindungen excitirend, die unangenehmen deprimirend und stellte sich vor, daß die Empfindung des Angenehmen ein rein geistiger Act sey, welcher gewisse Vorstellungen begleite, und daß diese Empfindung fördernd und reizend auf den Körper wirke, wogegen die Empfindung des Unangenehmen eine lähmende, herabstimmende Wirkung haben sollte. Es giebt aber bekanntlich auch unangenehme Gedanken, Gedanken von Hemmung unseres Strebens, die mit dem Gefühl der Unlust verbunden und doch sehr heftig excitirend sind. Es ist also weder das Angenehme immer aufregend, noch ist jede Aufregung angenehm, sondern es kommt auf den Grad und den Sitz der Aufregung an. Ich sage den Sitz und will damit behaupten, daß je nach dem Inhalte des Gedankens die sympathische Erregung sich auf einzelne Gruppen von Nerven beschränken oder doch vorzugsweise in einzelnen hervortreten könne. Wenn z. B. das Denken eines Contrastes zwischen der Bezeichnung und dem Bezeichneten Sympathien erweckt, so ist es vorzugsweise im N. facialis und den Athemmuskeln, und das Lachen muß schon sehr heftig seyn, ehe es von Thränen begleitet wird. Gesellen sich dagegen zum Gedanken an den Verlust eines werthen Besitzes consensuelle Erregungen, so fließen eher die Thränen, es fühlt sich eher der Schlund zugeschnürt, als die äußeren Respirationsmuskeln Theil nehmen. Wer von Leidenschaft ergriffen wird, wenn er sich allein oder in fremder, ungewohnter Umgebung weiß, dem ziehen sich die Ringfasern der Bronchialäste zusammen und wird die Brust schwer; Denken eines Beifalles, einer Uebereinstimmung mit dem, was wir bejahen, wirkt auf dem M. orbicularis palpebrarum und die Muskeln, welche die Mundwinkel zur Seite ziehen; Denken eines Widerspruches gegen das, was wir bejahen, wirkt auf den Corrugator supercilii und die Muskeln, welche die Unterlippe aufheben. Wenn die Betrachtung einer drohenden Gefahr eine Kette von Gedanken veranlaßt, wie ganz anders sind die Sympathien, je nachdem die Gedanken-

reihe schließt mit dem Vorsatze, der Gefahr zu begegnen, oder mit dem Wunsche, sie zu vermeiden, oder mit der Erkenntniß ihrer Ursache, daß eigene oder fremde Schuld sie herbeigeführt habe! Reicht doch die Spannung und Farbe des Gesichts, der Ton der Stimme, die Weise der Athemzüge hin, um Muth, Furcht, Scham und Reue oder Aerger und Zorn zu unterscheiden, und zwar mit solcher Sicherheit, daß wir jenen Symptomen mehr Glauben schenken, als den heiligsten Betheuerungen.

Man darf es demnach als eine unleugbare Thatsache aussprechen, daß die Thätigkeiten des Organes des Denkens nicht blos Sympathien in den Körpernerven erwecken, sondern daß auch je nach der specifischen Form seiner Thätigkeit andere und wieder andere Körpernerven zur Mitleidenschaft bestimmt werden. Welche Theile des Nervensystemes beim Denken mitwirken und in welchem Modus der Erregung, dies hängt nicht allein vom Grade, sondern auch von der Form der Reizung des Seelenorganes ab, und darin scheint sich dies Organ von den übrigen Nerven wesentlich zu unterscheiden[1]. Warum aber der bestimmte Begriff eben diese und keine andere körperliche Thätigkeit fordere, ist nicht weiter zu erklären und ist auch nicht erklärt, wenn die Wirkung desselben am Körper in dem Maaße zweckmäßig scheint, als sie es in den angeführten Fällen nicht scheint. Gedanken, welche sich auf das Geschlecht beziehen, verursachen eigenthümliche Gefühle im Damm, Erection und Congestion in den Drüsen der Genitalien; auf Gedanken, welche der Anblick von Speisen weckt, contrahiren sich die

1 So weit man die Sympathien der Körpernerven unter sich, getrennt vom Einflusse des Denkens zu beurtheilen vermag, scheint die Mittheilung nur nach der Contiguität stattzufinden und die Ausbreitung sich nur nach der Stärke der Erregung zu richten. Zwar ist bei den Sinnen die Qualität der Erregung nicht gleichgültig, es haben z. B. gewisse kratzende Gehörseindrücke ganz andere Gefühle und Bewegungen zur Folge, als musikalische, wenn auch viel stärkere Schallempfindungen. Auch kann man an einer Menge von Metaphern eine Beziehung bestimmter Anschauungsformen verschiedener Sinne zu einander nachweisen, wir sprechen z. B. von kalter, warmer und brennender, von schreiender oder greller Farbe, von brennendem oder beißendem Geschmacke, von harten und weichen Tonarten, hohen und tiefen Tönen u. s. f. Aber in allen diesen und ähnlichen Fällen ist der Antheil der Seele nicht auszuschließen und es ist unmöglich zu erfahren, ob diese Analogien unmittelbar in der Beziehung der Sinne zu einander oder ob sie darin beruhen, daß die bestimmte Sinnesenergie einen bestimmten Begriff und dieser wieder eine entsprechende Energie in dem einen oder anderen Sinne erweckt.

Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, auf Gedanken beim Anblicke des Säuglings treiben die Ausführungsgänge der Milchdrüsen ihren Inhalt aus, die Erinnerung an einen widerlichen Geschmack macht Neigung zum Brechen u. s. f. Alles dies ist wohl teleologisch zu verstehen, der Causalzusammenhang zwischen jenen Begriffen und diesen Bewegungen oder Empfindungen ist aber nicht begreiflicher, als der Zusammenhang zwischen dem Bewußtseyn einer Schuld und der Congestion in der Thränendrüse.

Ich halte es nach allem Vorhergehenden für hinlänglich gerechtfertigt, wenn ich jede, auch die leidenschaftslose und selbst die willkürliche Einwirkung des Denkens auf Empfindung und Bewegung als Resultat einer Sympathie betrachte. Je mehr durch die Erziehung die Begriffe sich sondern und specificiren, um so mannichfaltiger und specifischer werden die Empfindungen und Bewegungen, die dem Geiste zu Gebote stehen. Wenn die Wuth im Allgemeinen nöthigt, zu schreien, um sich zu schlagen, mit den Füßen zu stampfen und dergl., so drängt die specifische Wuth, welcher die Vorstellung des widerwärtigen Objectes sich beimischt, zum Schimpfen und Schlagen gegen das Object, und hat man erst einmal gelernt, wie das Object zu beseitigen sey, so kommt es gar nicht mehr zur Wuth, sondern zu zweckmäßigen Bewegungen, die das Object entfernen. Der besondere Begriff schafft sympathisch, nothwendig, unwillkürlich das besondere Bild oder die besondere Bewegung; was wir mit dem Scheine der Willkür erzeugen, ist nur der Begriff. Die Seele besitzt das Vermögen, durch das Denken des Zweckes die ganze Richtung und Entwickelung einer Gedankenkette zu bestimmen, wie sie z. B. thut, wenn sie mit der Lösung einer mathematischen Aufgabe sich beschäftigt; sie muß also auch auf die Gedanken zu kommen wissen, durch welche eine als Zweck vorgesetzte Aenderung in den Nerven erzielt wird. Daß aber das Eintreten derselben an besondere organische Bedingungen gebunden sey, erfährt man nur zu oft durch die Fruchtlosigkeit des Besinnens und durch die vergeblichen Bemühungen, gewisse Bewegungen einzustudiren. In beiden Fällen hat man es gleichsam mit Geduld abzuwarten, ob der willkürlich gesetzten inneren Bestimmung die sympathische Affection folgen wolle. Bis zu den begünstigenden Momenten erstreckt sich die Aehnlichkeit dieser Sympathien mit den gewöhnlich anerkannten, so daß bei einer mäßigen Erregung des Nervensystemes durch Affect oder Wein und dergl. die Bilder und

Bedingung der Sympathie überhaupt ist die Contiguität der Ner- venfasern, man denkt sich also das Seelenorgan mit Recht gleich- sam im Mittelpunkte aller, nach der Peripherie ausstrahlenden Ner- ven. Sobald diese Contiguität für irgend einen Nerven aufgehoben ist, so wird die Sympathie zwischen ihm und dem Organe des Den- kens unmöglich; er kann aber dennoch fortleben, seinen Tonus be- haupten und selbst dann noch unmittelbar durch die Thätigkeit der Seele alterirt werden, wenn diese durch ihre Intensität ausgedehnte Irradiationen veranlassen. Von Nerven, welche niemals [illegible] Affect durch Gedanken erregt werden, darf man dieser [illegible] zufolge schließen, daß sie nicht bis zum Organ der Seele [illegible]. Es gehören dahin die Nerven des Herzens, der Gefäße [illegible] Bindegewebes, der Bronchien u. a., und von den Herznerven [illegible] nigstens haben Budge's Beobachtungen gelehrt, daß sie [illegible] im verlängerten Marke untergehen.

Ueber die Entwickelung der Primitivröhren des Nervensystems sind die ersten genaueren Untersuchungen von Schwann [illegible] theilt worden[1]. Mit bloßem Auge betrachtet, zeigen sich die [illegible] ven des Embryo grau und durchscheinend, um so mehr, je [illegible] derselbe. Bei einem Schweinsfötus von 3″ Länge bestanden die [illegible] ven ganz und gar aus einer undurchsichtigen, körnigen [illegible] mit eingestreuten Zellenkernen[2]. In etwas vorgerücktem Alter [illegible] den sie blasse, fein granulirte Stränge, welche der Länge nach [illegible] deutlich gestreift sind; es liegen alsdann auch die ovalen Kerne [illegible] Längsreihen, und sobald es gelingt, die Fasern zu isoliren, [illegible]

der Impuls, sowohl nach Dauer, als Intensität, bewußt ist. Amputirte [illegible] ben, die fehlenden Glieder zu bewegen, wenn sie die Stümpfe bewegen (Va- tin, Funct. nerv. p. 83), hier fehlt die Rückwirkung durch die [illegible] der Muskeln gänzlich und nur das Bewußtseyn der Intention ist [illegible] Unwillkürliche Bewegungen sind aber wirklich unbewußt, wenn sie nicht [illegible] Schmerzen begleitet sind oder der Effect nicht sichtbar ist. Dies beweist [illegible] der oben gegebenen Erklärung, die Scheinbewegungen in Folge der [illegible] chen Contractionen der Augenmuskeln.

1 Mikroskop. Unters. S. 170.

2 Die Zellenkerne an den embryonalen Nervenfasern hat zuerst [illegible] gesehen (*Chim. org. I, 375. pl. 14. fig. 5*), und für bläschenförmige [illegible] gehalten, aus welchen Seitenäste an dem Stamme hervorwüchsen.

Bestimmung zu handeln enthalten, Handlungen, die zum Theil nicht einmal zweckmäßig sind. Bei intensivem Denken sagt man sich namentlich den Schluß einer Gedankenreihe zuweilen laut vor, man spricht auch laut, wenn man sich gegen eine unangenehme Vorstellung durch Gründe trösten will; man ahmt unwillkürlich eine auffallende, affectirte Bewegung nach oder macht eine Fratze dagegen und dergl. Hierher gehört die Ansteckung nicht blos durch Gähnen und Krämpfe, sondern auch durch willkürliche Bewegungen, wodurch Sprache und Schriftzüge von Freunden, Eheleuten oder Liebenden einander ähnlich werden. Temperamente mit lebhaften Sympathien sind zu solchen Nachahmungen geneigter, als andere, sowie jede Art der ebengenannten Bewegungen bei erhöhter Erregbarkeit leichter eintritt. Man kann z. B. durch Narkotisation von Tabak in eine Stimmung gerathen, wo man seiner nicht ganz sicher ist und fürchten muß, unziemliche oder beleidigende Gedanken, die Einem eben durch den Kopf ziehen, wirklich auszusprechen. Nach solchen Erfahrungen kann ich mir den Zustand mancher Wahnsinnigen wohl erklären, die sich von der Versuchung zu schaudervollen Handlungen, zu einem Morde, verfolgt fühlen und in ruhigeren Momenten die Bedrohten vor sich selber warnen.

Aus der hier versuchten Darstellung läßt sich der Schluß ziehen, daß Gefühl und Wille keine besonderen Vermögen der Seele, viel weniger an besondere Organe gebunden seyen. Das Vermögen zu fühlen und zu bewegen ist eben nur die Fähigkeit des Seelenorganes, mit den Nerven der Sinne und der Muskeln in sympathische Beziehung zu treten. Bei den Sinnen ist diese Sympathie wechselseitig, Gedanken verändern die Stimmung der Sinnesnerven, die Stimmung der Sinnesnerven influirt auf die Gedanken; das Bild erweckt einen Begriff, der Begriff erzeugt das entsprechende Bild. Zwischen motorischen Nerven und der Seele scheint der Verkehr nur in einer Richtung, von dieser auf jene, stattzufinden[1].

1 Den sogenannten Muskelsinn, das Bewußtseyn der Contraction in den Muskeln, kann man nicht als Beweis einer Rückwirkung der Muskelnerven auf das Organ der Seele ansehen. Die Meisten erklären ihn aus eigenthümlichen Empfindungsnerven, die sich in den Muskeln verbreiten und durch die Zusammenziehung gereizt würden. Ich halte auch dies nicht für erwiesen. Bei den willkürlichen Bewegungen muß die Contraction schon deshalb bewußt seyn, weil

bilden beizuzählen, welche ich complicirte Bündel genannt habe. Es ist möglich, daß, wie bei den Haaren und Muskeln, der Axencylinder in den feinsten Röhren von Anfang an fehlt, in andern durch die Rindensubstanz verdrängt wird; dadurch würden sich die widersprechenden Resultate der Untersuchung reifer Nerven erklären.

Die Nerven wachsen nicht vom Gehirn aus gegen die Peripherie, sondern es sind die Zellen, aus welchen sie entstehen, von Anfang an in jedem Organtheile den übrigen Zellen beigemischt. Die Entwickelung des Markes soll aber nach Schwann[1] von den Stämmen aus gegen die Peripherie fortschreiten. In den Schwänzen junger Froschlarven liegen ausgebildete Nervenfasern in der Mitte des Schwanzes und werden gegen die Peripherie hin feiner und blasser. Einigen von Harting mitgetheilten Messungen zufolge[2] nimmt mit dem Wachsthum des Körpers die Stärke der Primitivröhren zu. Ihr unmittelbarer Durchmesser im N. ischiadicus betrug bei einem jungen Frosche 0,0022‴, bei einem erwachsenen 0,0036‴, bei einer jungen Kröte 0,0021‴, bei einer erwachsenen 0,0044‴. Sind die Nerven des Embryo feiner, so müssen sie leichter varikös werden und das Mark muß leichter in einzelnen Tropfen sich trennen. Daß dies in der That der Fall sey, kann man aus den Beobachtungen schließen, durch welche Remak sich verleiten ließ, die varikösen Nerven und die Nerven mit unterbrochenem Marke für frühere Entwickelungsstufen der Primitivröhren anzusehen.

Die Zweifel, welche in Betreff der Nervenröhren obwalten, wiederholen sich bei den Ganglienkugeln. Schwann hält ihre äußere Hülle für die ursprüngliche Zellenmembran; die primären Zellen, welche in der Rinde des Gehirnes der Embryonen liegen, hätten sich also nur auszudehnen und die punktförmige Substanz in ihrer Höhle zu erzeugen. Valentin[3] beschreibt die Entwickelung der Ganglienkugeln im Gehirne auf folgende Weise: Die Gehirnsubstanz eines 1″ langen Rindsembryo enthält Kerne von 0,0024‴ Durchmesser, welche selten getheilt sind, meist ein Kernkörperchen enthalten und von wasserhellen Zellen umgeben sind, deren Durchmesser 0,006‴ beträgt. Die Zellen bersten sehr leicht; sie liegen an-

[1] a. a. O. S. 177.

[2] *v. d. Hoeven en de Vriese, Tijdschr. VII, 214.*

[3] a. a. O. S. 218.

fangs dicht bei einander und platten sich sogar hierbei an einzelnen Stellen zu fünf- oder sechsseitigen Polyedern ab. Es kommen, wiewohl selten, auch Zellen ohne Kern vor. Nach außen an den Wandungen der Zellen zeigen sich hierauf einzelne Körnchen, die sich bald vermehren, so daß eine körnige Masse um jede einzelne Zelle herumgelagert erscheint, und allmählig die ursprünglichen Zellen vor dieser körnigen Substanz ganz zurücktreten. Bei Embryonen von 10″ Länge beträgt der mittlere Durchmesser des Kernes 0,0036‴, der Zelle 0,0078‴, beide haben also an Größe noch etwas zugenommen; die Grundmasse zeigt sich an feinen Schnitten um die Zellen abgegrenzt und bildet runde oder eiförmige Kugeln, welche im Innern die ursprünglichen Zellen mit ihren Kernen einschließen. Hält man diese Darstellung zusammen mit dem, was ich früher über die Form und chemischen Charaktere der Ganglienkugeln mitgetheilt habe, so kann man es wohl für erwiesen halten, daß der sogenannte Kern der Ganglienkugeln (Taf. IV. Fig. 7, B. b) der Elementarzelle anderer Gewebe entspreche und daß die feinkörnige Substanz ein gleichsam um jede Zelle abgegrenztes Stück Cytoblastem oder Intercellularsubstanz darstelle. Ob dieses äußerlich von einer Membran überzogen werde, bleibt für die Ganglienkugeln in den Centralorganen unentschieden; in den Ganglien selbst ist die äußere Umhüllungshaut, der Ganglienkugeln, die mit Zellenkernen versehen ist, nicht schwer zu sehen (Taf. IV. Fig. 7. A). Diese also ist ein secundäres Gebilde. Wenn sich innerhalb der feinkörnigen Masse einer Ganglienkugel neue Zellenkerne bilden, was nach Valentin's Versicherung nicht selten wahrgenommen wird, so ist dies natürlich nicht als ein Beispiel endogener Zeugung von Zellen zu betrachten. Wie der Fall zu deuten sey, wo eine Ganglienkugel im Innern einer geschlossenen Zelle liegt[1], muß ich dahingestellt seyn lassen.

Die Formen, welche man in der Rindensubstanz des erwachsenen Gehirnes nach einander antrifft, wenn man von der Oberfläche der Hemisphären gegen die Marksubstanz fortschreitet, haben eine so vollkommene Aehnlichkeit mit den Formen, welche die Ganglienkugel während ihrer verschieden Entwickelungsstadien durchläuft, daß ich mich der Vermuthung nicht erwehren kann, es finde noch nach der Geburt eine zeitweise oder beständige Regeneration der Gan-

[1] Schwann, a. a. O. S. 182. Taf. IV. Fig. 10. b.

glienkugeln statt, in der Weise, daß sie an der Oberfläche beständig neu erzeugt und daß die älteren von den jüngeren allmählig nach innen gedrängt werden. Wie die innersten und ältesten Kugeln vergehen, weiß ich freilich nicht anzugeben; sie können nicht abgestoßen, sondern müßten aufgelöst werden. In dieser Beziehung ist es wichtig, daß Essigsäure die reifen Ganglienkugeln aus den Ganglien mit Zelle und Kern so viel schneller zerstört, als die nackten Zellen und deren Kerne in der äußeren Schicht der Rinde des Gehirnes.

Mit zunehmendem Alter wird das Gehirn fester und an Wasser ärmer. Denis[1] erhielt aus dem Gehirn eines Neugebornen 89 Proc. Wasser, von einem dreijährigen Kinde 86, von einem 20jährigen Menschen 78, von einem 78jährigen 76 Procent.

Die Nervensubstanz ist fähig, sich zu regeneriren. Durchschnittene Nerven heilen wieder zusammen, in dem Exsudat, welches beide Stümpfe verbindet, bilden sich von beiden Seiten her Primitivfasern, die sich begegnen und mit einander verschmelzen, wenn der Abstand der Schnittenden nicht zu groß war. Nach der Vereinigung stellt sich die Function der Nerven mehr oder minder vollkommen wieder her[2]. Dies geschah in einem Versuche bei Steinrueck schon nach fünf Wochen, aber selbst nach drei Monaten und mehr zeigten sich zuweilen die ersten Spuren wiedereintretender Thätigkeit. Die Primitivfasern sind an der Durchschnittsstelle rundlich, sonst unverändert, wie sie auch Gluge in Amputationsstümpfen sah[3]; bei unvollständiger Regeneration sah Steinrueck, wie früher Fontana, einzelne Nervenbündel der Stümpfe als weiße, konische Fortsätze in die Narbensubstanz hineinragen. H. Nasse bemerkt, daß die Fasern oberhalb der Durchschnittsstelle etwas stärker sind, als in dem entsprechenden unversehrten Nerven, oder wenigstens sich leichter kräuseln, wodurch sie dicker erscheinen. Die zwischen den Nervenstümpfen abgelagerte plastische Lymphe ist also gleichsam das Cytoblastem der neu zu bildenden Nervenfasern und kann sich unter günstigen Umständen so umbilden, daß sie normalem Nervengewebe ziemlich gleicht. In den meisten Fällen aber bleibt

[1] *Rech. sur le sang humain. p. 80.*

[2] C. O. Steinrueck, De nervorum regeneratione. Berol. 1838 (enthält die ältere Literatur). H. Nasse, in Müll. Arch. 1839. S. 405. Günther und Schön, Ebendas. 1840. S. 270.

[3] *l'Institut. 1838. Nr. 232.*

die Narbe unförmlich, callös und die Leitung wird nur wiederhergestellt durch einzelne Nervenfasern, welche die Narbe durchziehen. Die Fasern verlaufen in derselben, von Bindegewebefäden umsponnen, bald einander parallel, bald sich kreuzend. Sie haben nach Steinrueck, Günther und Schön ganz das Ansehen normaler Primitivfasern[1], nach Nasse sind sie etwas schmaler.

Die Wiederherstellung der Function in durchschnittenen Nerven gehört zu den Thatsachen, die unbegreiflich erscheinen, wenn man die Nerven für bloße Conductoren zwischen bestimmten Punkten der Peripherie und entsprechend geordneten Punkten der Centralorgane hält; denn es ist undenkbar, daß aus einer Masse von durchschnittenen Enden jedesmal die beiden einander entsprechenden Enden einer Faser sich finden sollten, und doch müßte, wenn dies nicht geschähe, eine unheilbare Verwirrung in den Empfindungen und Bewegungen eintreten. Wenn wir den Nerven selbst specifische Kräfte und damit specifische Verschiedenheiten zuschreiben, müssen wir zwar zugestehen, daß motorische und sensible Fasern, wenn sie zufällig zusammenwachsen, unbrauchbar werden, dagegen wird doch nach aller Wahrscheinlichkeit eine gewisse Zahl sensibler Fasern wieder sensibeln und eine Zahl motorischer Fasern motorischen begegnen und dies ist hinreichend, um die Verbindung der peripherischen Enden der Fasern mit den centralen Enden zu erhalten und die Sympathie mit dem Organ des Denkens zu vermitteln. Dieses wird sich durch Gewöhnung in die neue Ordnung der Dinge fügen lernen.

Wenn durchschnittene Nerven nicht wieder zusammenheilen, so verlieren die Fasern des unteren Stückes nicht nur nach einiger Zeit ihre Reizbarkeit, sondern sie zeigen auch wahrnehmbare Veränderungen der Form. Valentin[2] fand zwar die Fasern des unteren Stückes den gesunden ähnlich, nur etwas stärker gekräuselt und minder durchsichtig; dagegen stimmen H. Nasse[3], Günther und Schön[4] und Bruns[5] darin überein, daß das Mark in Nerven, die dem Einflusse der Centralorgane entzogen sind, sich innerhalb einiger Wochen ebenso umwandelt und gerinnt, wie nach dem Tode;

1 Steinrueck, Tab. II. fig. 4.

2 Funct. nerv. p. 127.

3 a. a. O. S. 409. 412. 413.

4 a. a. O. S. 276. 283.

5 Allg. Anat. S. 144.

nach 6—8 Wochen fanden Günther und Schön die Fasern platt, zusammengefallen, mitunter bandartig, ihr Inhalt war wie geschwunden. In Fällen, wo die Nervenstümpfe zwar verheilt, aber die Function unvollkommen wieder hergestellt war, zeigten sich eine Anzahl Primitivfasern auf diese Weise verändert.

Die wesentlichen, dem Nervensystem angehörigen Elemente, Primitivröhren und Ganglienkugeln, sind einander in allen Wirbelthieren vollkommen ähnlich bis auf geringe Variationen im Durchmesser der Röhren und Kugeln und in den Formen und Pigmentanhäufungen der Ganglienkugeln. Bedeutende Variationen finden sich aber in Betreff der gelatinösen Fasern des N. sympathicus, welche, wie ich bereits erwähnte, den Fröschen gänzlich fehlen, und im Baue der Jacob'schen Haut. Die Stäbchen der letzteren sind länger und dicker bei den niederen Wirbelthieren, am stärksten bei Reptilien (beim Frosche 0,015—0,020‴ lang, 0,003‴ dick), sie sind bei einigen Classen regelmäßig untermischt mit Gebilden von anderer Form, denen Hannover den Namen Zwillingzapfen beilegt, und bei den Vögeln sehr zierlich mit verschiedenfarbigen Kügelchen bedeckt. Am auffallendsten unterscheiden sich die Zwillingzapfen von den Stäbchen in der Netzhaut der Fische. Jene sind ebenso lang, als die Stäbe sammt dem feinen Faden, in welchen das hintere Ende der Stäbe ausläuft. Sie bestehen aus Körpern, wovon jeder cylindrisch, aber da, wo sie aneinander liegen, abgeplattet und etwa 2—3mal so breit, als ein Stäbchen ist. Jeder Zwillingzapfen besteht aus zwei verschiedenen Hälften, einer inneren und äußeren, welche durch feine Querlinien von einander getrennt sind, die innere Hälfte ist glatt, nach innen abgerundet, die äußere endet nach außen mit zwei konischen Spitzen und besteht aus einer mehr feinkörnigen Substanz. Einige Zeit nach dem Tode wird die innere cylindrische Hälfte breiter, die konischen Spitzen biegen sich hakenförmig um oder verschwinden völlig. Jeder Zwillingzapfen steht in der Mitte eines Kreises von Stäbchen, gleich diesen senkrecht auf die Retina. Die nach außen kehrenden Fäden der Stäbchen und die Spitzen der Zwillingzapfen stecken in häutigen, mit körnigem Pigment gefüllten Scheiden (Pigmentscheiden), die bis an die transversale Bruchstelle reichen. Den Reptilien

fehlen die Zwillingzapfen, bei den Vögeln kommen cylindrische Körper vor, die noch durchsichtiger sind als die Stäbchen und nach dem Tode sich auf andere Weise verändern, sie werden rund oder retortenförmig, tragen ein citronengelbes Kügelchen oder auch zwei, weswegen sie Hannover den Zwillingzapfen der Fische vergleicht. Die Stäbchen sollen auch bei den Vögeln von Pigmentscheiden umgeben seyn, diese seyen inwendig dunkelgelb und theilen die dunkelgelbe Färbung den Stäbchen mit, so daß die Stäbchen von dunkelgelben Kügelchen bedeckt scheinen; die Zwillingzapfen mit ihren citronengelben Kügelchen stecken in Kegeln von carmoisinrother Farbe, deren beide Endflächen, wenn sie umgelegt sind, sich wie nebeneinanderliegende Kügelchen, ein größeres und kleineres, ausnehmen. Bei dem Frosche steht nach Lersch der feine Faden, in welchen das Stäbchen nach hinten ausgeht, noch in Verbindung mit einem körnigen Kügelchen, dies hängt mit einem kleineren ovalen Körperchen zusammen, welches selbst ein rundliches Kügelchen trägt und in einen feinen, spitzen Faden ausläuft. In der Netzhaut lägen die Theile also in folgender Ordnung hintereinander: Stäbchen, Papille, feine Spitze derselben, körniges Kügelchen, Körperchen mit dem runden Kügelchen, Faden. Vgl. Gottsche in Pfaff's Mitthlgen. 1836. Heft 5. u. 6. S. 27. Henle in Müll. Arch. 1839. S. 170. Bidder, Ebendas. S. 371. 1841. S. 248. Hannover, Ebendas. 1840. S. 320. Lersch, De retinae structura microscopica. Berol. 1840.

Unter den wirbellosen Thieren hat man bei den Mollusken, Insecten, Spinnen, Crustaceen und Anneliden in den Nerven dieselben Röhren und in den Centralorganen dieselben Ganglienkugeln gefunden, wie bei den Wirbelthieren. Die Ganglienkugeln sind oft mit großer Zierlichkeit und Regelmäßigkeit geordnet, mit mannichfachen Pigmenten bedeckt, in lange Fortsätze ausgezogen. Treviranus, Beitr. II, 62. Valentin, Verl u. Enden d. Nerven. Taf. VIII. Ehrenberg, Unerk. Structur. Taf. VII. Rosenthal, Form. granulosa. p. 22 (Krebs). Pappenheim, Gehörorgan. S. 51. In einigen anderen Classen, sind die Nerven zwar anatomisch nachgewiesen, aber noch nicht mikroskopisch untersucht (Echinodermen, Planarien); unter den Eingeweidewürmern fand ich beim Echinorrhynchus (nodulosus) und Valentin bei Distom-

(lanceolatum) den Ganglienkugeln und Nervenfasern ähnliche Körper (Müll. Arch. 1840. S. 318), die wir als Centralnervengebilde deuteten; sie liegen bei Distoma am Schlunde, bei Echinorrhynchus ringförmig um die Geschlechtsöffnung am hinteren Körperende.

Die Structur der Nerven beschrieb schon Leeuwenhoek mit merkwürdiger Genauigkeit. Der Nerve bestehe aus sehr feinen Gefäßen oder Röhren, die der Länge nach laufen; ein Nerve von der Dicke eines Haares enthielt 16 Röhren. Die Höhle (der Cylinder axis oder der helle centrale Theil nach Gerinnung an der Peripherie) habe etwa $^1/_3$ des Durchmessers der ganzen Röhre. Auf Querschnitten des Nerven zeigen sich kleine Hügelchen, welche dadurch entstehen, daß die zerschnittene Röhre sich zusammenzieht und den Inhalt austreibt. Man sehe auch in dem Wasser, womit man durchschnittene Nerven benetzt, eine große Menge von Partikelchen schwimmen, die wahrscheinlich aus den Röhren herrühren; man könne sie zuweilen schon innerhalb der Röhren unterscheiden. An feinen Querschnitten sehe man die einzelnen Röhren und in jeder einen dunkeln, länglichen Strich, die zusammengefallene Höhlung. Das Rückenmark verhalte sich auf Längs- und Querschnitten wie ein Nerve, nur schienen die Röhren etwas größer (Opp. II. 309 fig. 1—3. Die 4te u. 5te Figur, welche Nerven mit besonders deutlicher Höhlung vorstellen sollen, sind ohne Zweifel Abbildungen von feinen Gefäßchen des Rückenmarkes). Der N. opticus besteht nach Leeuwenhoek (I, b. 102) aus Fasern, optimo jure vasa nominandis, die mit langsam fließenden Kügelchen gefüllt sind. Leeuwenhoek war weniger glücklich in der Anatomie des Gehirnes, das er erst trocknete und dann in feinen Schnitten untersuchte (p. 328); die mitunter ziemlich regelmäßigen, sogenannten Fibrillen zwischen den Röhren, sind nur Risse oder Sprünge zwischen den Bündeln der getrockneten Nervensubstanz. Er fand aber auch in einem Fischgehirn und im Gehirne des Ochsen (I, a. 37. II, 433) Fasern oder Röhren, von welchen einige eben so stark waren, als die Röhren der Nerven, die meisten viel feiner. Aus der grauen Substanz beschreibt er (I, a. 30) größere und kleinere Körnchen, von welchen er annimmt, daß sie durch Gerinnung der Substanz entstanden seyen. In der Marksubstanz waren Kügelchen aus dünner, durchsichtiger, öliger Materie, so fest verbunden, daß sie bei einem Versuche sie zu trennen, sich um das Doppelte ihrer Länge ausdehnen ließen; sie schienen von Fäden nach Art eines Netzes durchwebt. Es scheint, als habe auch Leeuwenhoek schon den isolirten Verlauf der Nervenfasern in folgenden Worten bezeichnen wollen (II, 351): Perexilia vascula, e quibus maximam partem nervus contexitur, suis etiam amiciuntur tuniculis; haud secus atque venae et arteriae. Istae tamen tuniculae non inter se conglutinatae sunt, vel coalitae: verum, quod saepius observavi, cuilibet nervulo suus seorsum assignatus est locus; quilibet membranula sua contegitur etc.

Die von Ledermüller abgebildeten Nervenröhren aus dem Opticus (Mikr. Gemüths- und Augenergötzg. 1763. Taf. LI.) sind nur die Scheiden

secundärer Bündel, aus welchen das Mark sammt den Primitivröhren ausgepreßt ist.

Della Torre (*Nuove osserv. 176. p. 58. Taf. IX. fig. 1—8*) fand nichts als Kügelchen in der Rinden- und Marksubstanz des Gehirnes, doch bemerkt er, daß die Kügelchen die Neigung hätten, sich durch Druck der Länge nach aneinanderzureihen; auch der Sehnerve und andere Nerven (Fig. 9—12) bestehen aus Kügelchen, welche sich von selbst, und durch Druck zu Fäden ordnen. Doch konnten am N. ischiadicus die Kügelchen nicht mehr deutlich unterschieden werden, man sah sie nur hier und da in den Zwischenräumen der Fäden. Je weiter die Kügelchen sich vom Gehirn entfernen, um so größer ist ihre Neigung, Fäden zu bilden. Dasselbe Gesetz, welches wir heute aussprechen, nur umgekehrt, je weiter die Fäden vom Gehirn, um so geringer ihre Neigung, in Kügelchen zu zerfallen. Von der Retina (Fig. 13) scheint Della Torre nur die Gefäße gesehen zu haben; es seyen netzförmig verbundene Fäden mit Spuren von Kügelchen, aus welchen sie zusammengesetzt sind.

Die Physiologen hatten bis dahin, unabhängig von den anatomischen Untersuchungen, einen dem Blute analogen Nervensaft angenommen, welcher im Gehirne, durch die drüsenartige, graue Substanz bereitet, und durch die Nerven nach der Peripherie geführt werde. Della Torre schrieb noch den Kügelchen eine solche Circulation zu. Prochaska (Struct. nerv. 1779) widerlegte diese Hypothese durch vorurtheilsfreie Beobachtungen. Das Nervenmark (darunter versteht er die Nervensubstanz mit Ausnahme des Neurilemes und seiner Fortsetzungen ins Innere, also Scheide und Inhalt der Primitivröhren zugleich) hält er allerdings für eine Fortsetzung des Hirnmarkes, das Mark sey auch überall aus Kügelchen gebildet (p. 68), allein die Kügelchen können sich nicht bewegen und schwimmen nicht in Flüssigkeit, wie Blutkügelchen, sondern liegen dicht und fest aneinander, sodaß sie selbst durch lange Maceration nicht getrennt werden. Sie sind nicht alle gleich groß, unregelmäßig rund, der Unterschied zwischen dem Marke des Gehirnes und der Nerven bestehe nur darin, daß in diesem die Kügelchen mehr der Länge nach aneinander gereiht seyen. Es darf kaum bemerkt werden, daß Prochaska das geronnene Nervenmark, wie es sich längere Zeit nach dem Tode verhält, vor sich gehabt habe.

Auf die Querstreifen der Nerven hatte zuerst Molinelli aufmerksam gemacht (Comment. Bonon. III, 1755. p. 282. fig. 1. 2.) und dieselben für die Grenzen einzelner Zellen gehalten. Fontana (Vipernjift. S. 362) erklärte sie genauer; er konnte sie nur bei schwacher Vergrößerung wahrnehmen; mit schärferen Linsen betrachtet, schien der Nerve blos aus parallelen, sehr feinen und geschlängelten Fäden zu bestehen. Fontana schloß, daß die geschlängelten Fäden dem bloßen Auge den Eindruck der Querstreifung machten. Mit Unrecht hat man später mit Prévost und Dumas diese Streifung nur dem Neurilem zuschreiben wollen. Die Fäden, welche Fontana primitive Nervencylinder nennt, erscheinen ihm durchsichtig, aus einem feinen Häutchen gebildet, mit einer hellen, gallertartigen Feuchtigkeit und kleinen Kügelchen oder ungleichen Körperchen angefüllt (p. 368). Er sah andere, von denen man geglaubt hätte, daß sie mit einer gallertartigen Substanz angefüllt wären, die

hier und da gesprungen und in verschiedene Theile abgesondert wären, so sah man die Gallerte der Cylinder wie unterbrochen, oder in große durchsichtige unregelmäßige Massen getheilt, betrachten konnte. Endlich kam er so weit, sich zu versichern, daß die Wände der ursprünglichen Cylinder ganz knotig und voller Ungleichheiten wären. Indem er eine Nadelspitze längs dem Nerven hinunterschob, um die Cylinder zu zerreißen oder von der unebenen Oberfläche zu befreien, erhielt er einen, wovon die Hälfte aus einem durchsichtigen und gleichförmigen Faden bestand, während die andere Hälfte fast doppelt so dick, ungleich und höckerig war; er schloß nunmehr, daß der ursprüngliche Nervencylinder aus einem durchsichtigen Cylinder bestehe, der kleiner, gleichförmiger und mit einer anderen Substanz vielleicht von zellenhäutiger Natur bedeckt wäre. Die äußere Hülle schien ihm aus geschlängelten Fäden, der innere Cylinder aus einer besonderen, durchsichtigen, homogenen Haut gebildet und mit einer gallertartigen, consistenten Feuchtigkeit gefüllt. Er ist durchaus nicht weiter theilbar. Zur äußeren Hülle rechnete Fontana auch noch die Bindegewebefasern, welche zuweilen an dem Nerven vorkommen. Im Gehirne sah er durchsichtige, unregelmäßige Cylinder, darmähnlich gewunden, zuweilen ästig, und abgerundete oder ovale Körperchen mit hellem Saum, kurz die im Wasser sich bildenden Coagula. In Taf. IV. Fig. 11. ist eine Röhre aus dem Gehirn abgebildet, welche ein Lymphgefäß darstellen soll. Es ist offenbar eine der sogenannten varikösen Nervenfasern. Die Netzhaut, zu deren Erforschung Fontana besonders Kaninchenaugen empfahl, besteht nach ihm aus einem strahligen Theile, den Nervenfaserbündeln, und einem markigen; der letzte bedeckt die Nervenstrahlen von vorn, gegen die Pupille hin und ist aus sehr kleinen und durchsichtigen, genau miteinander vereinigten sphäroidischen Körperchen von 0,0034''' Durchmesser zusammengesetzt; diese hängen fest an einer Zellensubstanz, die ihnen zur Stütze zu dienen scheint (p. 378).

Treviranus (Verm. Schr. I. 1816. S. 128) stimmt hinsichtlich der Nerven mit Fontana ziemlich überein und betrachtet sie als häutige Röhren, die mit einer zähen Materie, dem eigentlichen Nervenmarke, angefüllt und durch Scheiden von Zellgewebe zu Bündeln vereinigt seyen. In dem Nervenmarke unterscheidet er zarte, zum Theil durchsichtige, zum Theil etwas dunklere Schläuche, Kügelchen, die kleiner sind als Blutkügelchen, und unregelmäßige, oft darmförmige Massen, die aus einer Vereinigung von Kügelchen entstanden zu seyn scheinen. In frischen Nerven zeigten sich nur die Kügelchen. Treviranus bestätigt auch die Angabe Fontana's, daß eine äußere Scheide aus geschlängelten Cylindern die Primitivröhren umgebe; er sah aber diese Cylinder nur nebeneinander ohne Verbindung herablaufen, meist einen auf jeder Seite der Röhre (die doppelten Contouren). Wenn die äußere Haut abgerissen war, so fehlten auch die Cylinder; sie waren verschwunden, nachdem der Nerve 24 Stunden in Weingeist gelegen. Die nämlichen Elemente, woraus die Nerven bestehen, machen nach Treviranus auch die Substanz des Hirnes und Rückenmarkes aus; in den Nervenwurzeln liegen die Kügelchen in parallelen, längslaufenden Reihen ohne Scheide nebeneinander. Im Rückenmarke liegen sie ganz ohne Ordnung; zwischen ihnen befinden sich weitere und engere Cylinder, am

Rande des Präparates ragten wasserhelle Schläuche hervor. Alle diese Theile sind in einer schleimigen, unorganisirten Materie eingehüllt.

Auf eine andere Weise haben Prévost und Dumas die doppelten Ränder der Nerven mißdeutet (*Magendie, Journ. III. 1823. p. 319. fig. 6)*; sie halten die Primitivröhren (*Fibres nerveuses secondaires)* für zusammengesetzt aus vier nebeneinanderliegenden Fäden, von denen die beiden äußersten dunkler und deutlich aus Kügelchen gebildet seyen, während die mittleren sich nur von Zeit zu Zeit darstellen. Diese Kügelchen sind das Resultat einer optischen Täuschung, nicht der Zersetzung der Nervensubstanz. Kügelchen der letzten Art beschrieben, nach eigenen Untersuchungen, auch noch Barba (*Osserv. microscop. 1807.* Reil's Arch. X, 459), die Gebrüder Wenzel (De penitiori cerebri structura. 1812. p. 27), Home und Bauer (*Phil. trans. 1821. p. 25)*, Carus (Seiler's Naturl. 1826. Taf. I. Fig. 8), Schultze (Vergld. Anat. 1828. S. 120), E. H. Weber (Hildebr. Anat. I. 1830. S. 261), Krause (Anat. I. 1833. S. 31) und Mayer (Seelenorg. 1838. S. 58).

Nach Krause liegen die Kügelchen in der grauen Substanz einzeln, in der weißen in Reihen, theils einzeln, einander nicht berührend, theils aneinanderstoßend und beinahe zusammenfließend. So bilden sie Fibrillen, eine Anzahl Fibrillen legen sich aneinander, werden von einer Lage der zähen Masse zusammengeklebt und erzeugen dadurch die Fibrae nerveae (Primitivröhren). Hodgkin und Lister (Froriep's Not. 1827. S. 247) fanden im Gehirne zwar auch unregelmäßige Körnchen von verschiedener Größe, sprachen aber die Vermuthung aus, daß sie ein Product der beginnenden Desorganisation seyn möchten. Raspail (*Breschet, Répert. T. IV. 1827.* Hausmann's Ztschr. II, 309) beschrieb die Nervenfäden wieder als Röhren aus einer durchsichtigen Haut und einem klebrigen, elastischen Contentum, welches ausgepreßt werden könne.

Vom Jahre 1833 an, wo der Gebrauch des Mikroskops allgemeiner wurde, regte sich auch in den Untersuchungen über das Nervensystem ein neues Leben. Zwar hat sich mit der Zahl der Thatsachen auch die Zahl der Irrthümer gehäuft, aber selbst diese Irrthümer waren lehrreich, daneben hat die letzte Zeit einige Entdeckungen von bleibendem Werthe aufzuweisen.

Ehrenberg (Poggend. Annalen. Bd. XXVIII. 1833. S. 451. Taf. VI. Ausführlicher und mit Abbildungen im Jahre 1836 in den Schriften der Berl. Akad. und besonders abgedruckt unter d. Titel: Auffallende und unerkannte Structur d. Seelenorganes) ging von der Untersuchung der grauen Substanz des Gehirnes aus. Hier fand er außer den größeren Körnchen (Cytoblasten) feinere, durch zarte Fäden reihenweis verbundene Kügelchen. Als Fortsetzungen erschienen in der Medullarsubstanz die varikösen oder gegliederten Röhren oder Canäle, Perlenschnüre, deren Perlen sich nicht berühren, sondern durch einen Faden getrennt sind. Von ihrem Inhalte soll die Milchfarbe herrühren; die varikösen Fasern der Rindensubstanz besitzen nur die Röhrenwandungen, nicht den Inhalt. Aus varikösen Röhren bestehen auch die höheren Sinnesnerven und ein Theil des Sympathicus; in den Wurzeln der übrigen Nerven sind variköse Fasern gemischt mit cylindrischen, und gehen allmählig in diese über; die cylindrischen Fasern unterscheiden sich durch die weitere Höhlung und führen,

auch im frischen und lebenden Zustande, ein körniges Mark, welches sich durch Druck hervortreiben läßt. Ehrenberg untersuchte die Gehirn- und Nervensubstanz, indem er sie durch Druck zwischen Glasplättchen ausbreitete und mit Wasser verdünnte; deshalb erschienen ihm die feineren Nerven varikös und der Inhalt der stärkeren coagulirt. Da er nur die coagulirte Substanz für Mark hält, so kommt er zuletzt zu dem Resultate, daß das Gehirn nicht aus Nervenmark bestehe (Unerkannte Structur S. 39).

Die Varikositäten der Hirn- und mancher Nervenfasern wurden alsbald ein Gegenstand lebhafter Controverse. Sie wurden bestätigt von J. Müller (Arch. 1834. S. 36), Lauth (*l'Institut. 1834. Nr. 73*), Volkmann (Neue Beitr. 1836. S. 2), Langenbeck (De retina. 1836. p. 6. 48), Remak (Müll. Arch. 1836. S. 145). Lauth, Treviranus (s. unten) und Remak fanden varikose Fasern auch in den Spinalnerven und Remak hält die varikösen für eine frühere Entwickelungsstufe der cylindrischen, weil sie bei jüngeren Thieren häufiger gefunden werden. Jacquemin (Isis. 1835. S. 477) scheint zu ähnlichen Resultaten, wie Ehrenberg, durch unabhängige Untersuchungen gekommen zu seyn; auch Berres (Oesterr. Jahrb. IX. 1835. S. 274. Mikroskop. Anat. S. 88) nimmt Bläschen welche perlschnurförmig aneinandergereiht oder durch Röhrchen verbunden seyen, als Elemente der Nervensubstanz an, die er nach den zufälligen Formen in weitere Abtheilungen bringt, wohin wir ihm nicht folgen. Ehrenberg hielt den Raum, welcher zwischen den jederseits doppelten Contouren der varikösen und cylindrischen Nerven eingeschlossen ist, für die Dicke der Wandung, die eigentliche Scheide oder Röhre, welche das Mark enthält, hat er nicht gesehen. Mit Recht stellte daher Krause (Poggend. Ann. XXXI. 1834. S. 113) den Angaben Ehrenberg's die oben mitgetheilten Resultate seiner Untersuchungen entgegen, mit Recht erklärt er die Fäden, welche die einzelnen Anschwellungen verbinden, für solide, aus einer zähen Substanz gebildete Fibrillen, irrig aber die Erweiterungen für Haufen von Körnchen, die in den (soliden?) Fibrillen eingeschlossen seyn und als Anschwellungen erst dann erscheinen sollen, wenn durch Trocknen oder Auflösung im Wasser die verbindenden Stränge dünnner geworden seyen. Valentin (Müll. Arch. 1834. S. 404) erkennt an, daß aus dem Ansehen der varikösen Fasern die Existenz einer inneren Höhle nicht erschlossen werden könne, indeß sey die äußere Substanz doch relativ fester; auf quer abgerissenen Fäden erscheine das Lumen als ein Doppelkreis und bei stärkerer Compression fließe sogar der flüssigere, ölartige Inhalt aus. Ringelchen seyen wiewohl nur selten und erst bei beginnender Fäulniß, besonders an den Anschwellungen, sichtbar. Valentin ist ungewiß, ob die varikösen Fasern sowohl, als die unregelmäßigen Kugeln und Tropfen, welche sich daneben in der Hirnsubstanz finden, ein wahrer histologischer Bestandtheil seyen und nicht vielmehr „ein chemisch reiner Stoff." Er sah ähnliche Fäden und Kugeln, nur mit minder deutlicher Sonderung der inneren flüssigeren und äußeren festeren Substanz, in der fettartigen Materie, welche aus Gehirn und Rückenmark bei längerer Aufbewahrung in Weingeist hervortritt. Entschieden erklärte zuerst Treviranus die varikösen Fasern für Kunstproducte (Beitr. II. 1835. S. 25 ff.), da unter seinen

Augen nach Benetzung mit Wasser die geraden Fasern sich kräuselten und varikös wurden. Er unterscheidet in den Centralorganen Rinden- und Markcylinder, jene gelblich, dunkel, gewunden, diese farblos, hell und gerade; die Markcylinder über dreimal so breit, als die Rindencylinder. Die Nervencylinder, welche ebenfalls knotig werden können, zeigen zuweilen der Länge nach Streifen und Treviranus will feinere Cylinder darin bemerkt haben, welche darmförmig gewunden und unter einander verschlungen waren (das geronnene Mark). Er nennt die primitiven Cylinder des Nervensystems Röhren, aber mit nicht besserem Rechte, als Ehrenberg, denn auch er hält die dem äußeren dunkeln Rande des Nervenmarkes parallel laufende innere Linie für die äußere Begrenzung des Inhaltes (II, 29. 38. IV. Fig. 11), ein Irrthum, dem noch in der neuesten Zeit Krause sich angeschlossen hat (Anat. 2. Aufl. I, 1841. S. 49. 50). Die Scheide wird danach viel zu stark angegeben. Nur an den Riechnervenfasern einer menschlichen Leiche (II. 34. IV. Fig. 26) scheint Treviranus den Fall vor sich gehabt zu haben, wo das Nervenmark sich in einzelne Kügelchen gesondert und die eigentliche Scheide dazwischen leer zurückgelassen hat.

Valentin (Verl. u. Enden. 1836) und Emmert (Endigung der Nerven. 1836. S. 9) sind die Ersten, von welchen man mit Bestimmtheit behaupten kann, daß sie die häutige Hülle der Gehirn- und Nervenfasern gesehen haben. In Fig. 7 und 8 giebt Valentin Abbildungen von Primitivröhren, deren Inhalt durch Druck in Kügelchen getrennt ist, über welche die Scheide sich continuirlich hinzieht. Er bemerkt (S. 41), daß die feinere, dem äußeren Contour parallel laufende Linie in den varikösen Fäden des Gehirnes nicht als innere Grenze einer Wandung betrachtet werden könne, da eine ähnliche Linie an den durch Zerstörung der Fasern entstandenen Kugeln sich zeige. Dagegen sah er nach dem Auspressen des hellen Inhaltes, der alsbald Fäden bildet, varikös wird und die doppelte Begrenzung zeigt, zwei feine Linien übrig bleiben, welche die leere Scheide bezeichnen. Diese schien ihm zusammengesetzt aus longitudinal verlaufenden Bindegewebefasern (S 20), die Längsstreifen in Fig. 17 scheinen allerdings dafür zu sprechen, gehören aber vielleicht der Bindegewebescheide eines secundären Bündels an. Emmert zerriß mit einer Nadel die Nervenfaser, worauf der Inhalt austrat. Nach Entfernung des Klümpchens erschien die Faser an dem geöffneten Ende wie ein zusammengefallener Schlauch. Durch Druck drängte er das Nervenmark zu beiden Seiten der Nadel zurück, nach aufgehobenem Drucke floß es wieder zusammen. Nach Behandlung mit Salzsäure entstanden in den Nervenfasern des Frosches Einschnürungen, woraus Emmert auf stärker sich zusammenziehende Kreisfasern schließt, doch konnte dies auch Folge ungleichmäßiger Gerinnung seyn. Den ausgetretenen Inhalt beschreibt Valentin, der Natur ganz entsprechend, als grumige Masse, welche theils gebogene Fäden, theils isolirte unregelmäßige Körperchen bildet, zwischen denen sich ölige, durchsichtige, auch varikös angeschwollene fadenartige Gebilde und Kugeln desselben Stoffes befinden. Alles dies seyen nur Veränderungen einer ursprünglich hellen, farblosen, durchsichtigen und öligen Substanz. Auch den Fall, wo das ausgepreßte Contentum einer Faser längs seines ganzen Verlaufes oder eine Strecke weit in der Mitte unverändert

bleibt und nur an den Seiten den Anfang der genannten Veränderungen bil-
det, hat Valentin beobachtet (Fig. 15). Die Varikositäten an den periphe-
rischen Nervenfasern und den Nervenwurzeln erklärt er für eine zufällige und
erst durch Druck eintretende Veränderung, in Folge einer ungleichmäßigen Lö-
sung der zarten, in ihre Fäden leicht trennbaren Scheide (S. 24); und obgleich
die Art, wie er von den Varikositäten der Fasern des Gehirnes (S. 39) und
des Riechnerven (S. 52) spricht, glauben machen könnte, daß er sie für ur-
sprünglich halte, so beschreibt er doch später (S. 93) ausführlich, wie er durch
Druck die Fasern in feinen Lamellen des Gehirnes varikös werden sah. Dieselben
Erfahrungen machte E. H. Weber (Treviranus Beitr. III. 1837.
S. 101). Gottsche (Pfaff's Mitthlg. 1836. Heft 5 u. 6. S. 17) fand
die Nervenfasern in der frischen Retina nicht varikös und hält die Varikositä-
ten für Kunstproducte. E. Burdach (Beitr. 1837. S. 14 ff.) bestätigt
Emmert's und Valentin's Angaben über den Bau der Nerven in allen
Punkten. Beim Liegen in warmem Wasser sah er den Inhalt der Nervenpri-
mitivfasern von der Scheide nach innen abweichen und in ihr doppeltcontourirte
varikõse Röhren bilden; er sah ferner, wenn eine Primitivfaser, während sie
ihren flüssigen Inhalt entleerte, rückwärts gezogen wurde, in dem ausgetretenen
Inhalte Fäden entstehen, welche hin und wieder Ausbiegungen zeigten und den
Hirnfasern ganz ähnlich waren (S. 28). Burdach erklärt sich demnach eben-
falls gegen die Realität und Ursprünglichkeit der Varikositäten in den Hirnfa-
sern; den Grund derselben sucht er in der Neigung des Inhaltes, Kugelform
anzunehmen; in den stärkeren Nervenröhren wirke dieser Neigung die Adhäsion
des Contentums an die innere Fläche der Scheide entgegen. Mayer (Sinnes-
organ. 1838. S. 47) betrachtet als die Ursache der Varikositäten die Zähigkeit
und Klebrigkeit der Substanz, welche die weiße Fasermasse bildet. Indem die
Fasern in die Länge gezogen werden, soll die innere „tingirte und mehr flu-
virte" Substanz, die sich nicht zugleich ausdehnt, eine knotige oder varikõse
Form annehmen. Harting (*v. d. Hoeven en de Vriese Tijdschr.* 1839
p. 1) leitet die Varikositäten von der Einwirkung des Wassers her. Endlich
gaben auch J. Müller (Arch. 1837. S. II.), Volkmann (Müll. Arch.
1838. S. 275) und Remak (Fror. N. Not. 1837. Nr. 47) ihre frühere An-
sicht auf und traten Treviranus bei, und wenn Ehrenberg (Akalephen des
rothen Meeres. Berl. 1837. S. 221. Nota) jetzt zwar zugiebt, daß die Vari-
kositäten durch Druck entstehen, zugleich aber behauptet, daß innerhalb des le-
benden Körpers die Fasern einem solchen Drucke ausgesetzt seyen, so wird ihm
wohl Niemand beistimmen, der nicht an den varikösen Fasern einen persönli-
chen Antheil nimmt. Nicht einmal in diagnostischer Hinsicht kann ich der Nei-
gung der Nerven, varikös zu werden, eine solche Wichtigkeit zugestehen, als die
zuletzt genannten Beobachter ihr zuschreiben, es sey denn, daß es sich um Un-
terscheidung der Nervenfasern von feinen Fasern anderer Gewebe handle. Da
Varikositäten auch an feinen peripherischen Fasern, an ausgetretenem Nerven-
marke und selbst an gröberen Nervenröhren auftreten, so können sie weder durch
partielle Zerreißung, noch durch partielle Einschnürung oder gar lebendige
Contraction der Scheide (Remak), noch überhaupt durch die Scheide bedingt

seyn. Wir erfahren durch das Varikoswerden der Nerven nichts weiter, als, was die directe Betrachtung lehrt, daß wir nämlich feine Stränge von Nervenmark vor uns haben. Sie können in einer Scheide oder frei liegen.

Diese Angelegenheit war kaum beendet, als sich eine neue Streitfrage erhob, welche noch nicht völlig gelöst ist. Remak (Froriep's N. Notizen Nr. 47. 1837) unterschied an den Cerebrospinalfasern folgende Theile: 1. eine äußere zellgewebige Hülle aus feinen Fasern, welche theils in ihrem Verlaufe zu Knötchen anschwellen, theils an ihrem Rande mit verschieden geformten, meist runden, gestielten Körperchen besetzt sind (die Bindegewebefasern des Neurilems, die aber in der Regel mehrere Fasern zusammen einschließen); die Körperchen dieser Fasern sollen beim Drucke auf den Nerven hervorfließen und zu der Täuschung Anlaß gegeben haben, als ob ein körniges Mark aus den Röhren selbst sich ergösse! 2. eine dünnhäutige, sehr contractile Röhre, von dunklem und rauhem Ansehen, welches durch zahlreiche, seitliche Ausbuchtungen derselben entstehen soll. 3. ein blasses und plattes, von der contractilen Röhre eingeschlossenes Band, Primitivband, mit geraden Rändern, nicht viel schmaler als die Primitivfaser selbst. Er sah es nach angewandtem Drucke aus der Nervenmasse gleichsam hervorkriechen, oft aus den Spinalnerven- und selbst aus feinen Gehirnfasern hervorragen und konnte es an stärkeren Fasern durch die Wände hindurch, zuweilen auch in einer großen Strecke von der Röhre befreit beobachten. Es schien meistens aus feinen, soliden Fasern zusammengesetzt, die in ihrem Verlaufe in kleine Knötchen anschwollen, und spaltete sich zuweilen der Länge nach in 2 oder 3 Fasern. Einigemal erschien es gleich einer Spiralfeder, die im Begriffe ist sich abzuwickeln. Durch Maceration wurden die Primitivbänder dünner, blieben aber platt. Einigemal zeigten sich an den primitiven Bändern seitliche, längliche, ziemlich große Knoten (diese, sowie die sich spaltenden Primitivbänder sind Capillargefäße). Remak leugnet die Existenz eines kugeligen Markes und erklärt das scheinbare Fortrücken und Ausfließen desselben durch ein Fortschieben der Röhren selbst unter dem Neurilem. Die kugeligen Massen seyen Reste der zerstörten, leicht zerdrückbaren Röhren. In einer späteren Arbeit (Observ. de syst. nerv. struct. 1838), welcher auch Abbildungen von Cerebrospinalfasern beigefügt sind, erklärt er jene Zellgewebebündel des Neurilems für organische Nervenfasern und die organischen Fasern überhaupt für Primitivfasern, denen die Röhre mangle. Sie würden demnach dem Primitivbande der Cerebrospinalfasern identisch seyn, was in keinem Falle richtig ist. Unter organischen Fasern aber versteht er diejenigen, welche ich gelatinöse genannt habe, sowie die Kernfasern, welche zwischen den gelatinösen Fasern und an vielen anderen Stellen des Körpers vorkommen. Ich mußte auf diesen Gegenstand schon oben, im Texte, ausführlicher eingehen.

Remak's Ansicht von den Primitivröhren ist sehr verwandt derjenigen, welche Fontana ein halbes Jahrhundert früher ausgesprochen hatte. Nur sah Fontana das sogenannte Primitivband nie getheilt, weil er es nicht mit Gefäßen verwechselte, und aus einer gallertartigen, innerhalb einer feinen Röhre eingeschlossenen Feuchtigkeit gebildet. Was Fontana und Remak die Röhre

oder Scheide der Primitivfaser nennen, ist der äußere, geronnene Theil des Markes. Die eigentliche und feine Scheide der Nervenröhren hat Fontana unterschieden (s. oben), Remak hat sie gänzlich übersehen. Seine Beschreibung des Primitivbandes paßt aber, die Verästelung ausgenommen, so sehr auf die entleerte und zusammengefallene, structurlose Hülle, daß ich mich zu der Voraussetzung berechtigt glaubte (Müll. Arch. 1839. S. 174), Remak habe die leere Scheide für den Inhalt der Röhre genommen. Da er die Primitivröhren, ehe sie hinlänglich isolirt waren, zusammendrückte, um den Inhalt herauszubefördern, so mußte das Mark durch Risse der Scheide aus derselben und in die Zwischenräume der einzelnen Röhren treten. So war es erklärt, warum Remak die am Schnittende hervorquellende körnige Substanz, im Widerspruche mit allen anderen Beobachtern, nicht aus den Röhren selbst, sondern aus den Interstitien derselben kommen sah, warum er das Mark so zerstörbar, bröcklich, leicht abfallend fand, während es doch sonst, durch die Scheide zusammengehalten, eine ziemliche Festigkeit besitzt. Pappenheim beobachtete ebenfalls die Ausbreitung des geronnenen Inhaltes über die Scheide, so daß diese wie ein inneres Band umfaßt wurde (Verdauung. 1839. Druckfehler). Schon früher hatte Valentin (Repert. 1838. S. 73) Remak's Angaben bestritten, aber dessen Primitivband als den halbgeronnenen, öligen Inhalt gedeutet. Schwann (Mikroskop. Unters. S. 174), welcher die eigentliche, feine Hülle der Nervenröhren wiederfand, nahm an, daß an der innern Wand derselben zunächst eine weiße fettartige Substanz und innerhalb dieser das Remak'sche Band liege, ohne indeß das letztere durch eigne Anschauung zu bestätigen.

Purkinje gab dieser Angelegenheit eine andere Wendung. Seine ersten Beobachtungen über die röhrige Beschaffenheit der elementaren Nervencylinder theilte er der Prager Naturforscherversammlung mit (Bericht über die Vers. d. Aerzte u. Naturf. in Prag. 1838. S. 177 Fig. 9. 10). Bei sehr feinen Querdurchschnitten durch die Nervenbündel frischer und erhärteter Nerven zeigte sich an der äußersten Peripherie eine kreisförmige Doppellinie, entsprechend der umhüllenden Membran des Nervencylinders; dann folgte nach innen zu ein breiter Kreis, die Schicht des Nervenmarkes, und im Centrum eine meistens mehreckige, vollkommen durchsichtige Stelle, die man als den inneren Canal des Nervenmarkes ansehen konnte. An dünnen Längenschnitten gehärteter Nerven zeigte sich mitten im Nervenmarke ein dünner durchsichtigerer Streifen. Diese Beobachtungen wiesen auf eine organisch angelegte Structur im Innern des Nervenmarkes, indeß wurde Purkinje nachmals wieder zweifelhaft über die Beständigkeit dieser Differenzen, da er in frischen Nerven unter lauem Wasser die Substanz des Nervenfadens limpid und keine Spur von einem inneren Canälchen fand. Was hier als centraler Canal gedeutet ist, erklärte er später, nachdem Remak's Arbeit und Valentin's und meine Einwürfe bekannt geworden waren, als einen in der Axe der Faser gelegenen, soliden Strang, den er Cylinder axis nannte (Rosenthal, Form. granulosa. 1839. p. 16). Demnach wurden nun folgende drei Theile als die Elemente der Primitivröhren festgesetzt: 1. eine äußere, starke, structurlose Scheide; 2. von dieser eingeschlossen eine weiche, röhrige Markmasse, Vagina medul-

laris, die anfangs durchsichtig ist und bald nach dem Tode gerinnt; 3. der Axencylinder, welcher durch Druck gewöhnlich mit der Markscheide zugleich aus der äußeren Hülle hervorgepreßt werde und, von der Markscheide befreit, als eine durchsichtige, elastische, aber nicht platte, sondern cylindrische Faser erscheine. Dieser Axencylinder ist dasselbe, was Valentin, Burdach (Beitr. S. 26) und ich für den centralen, noch nicht geronnenen Theil des Markes genommen hatten. Valentin ist auch jetzt noch dieser Ansicht (Repert. 1840. S. 79). Wiederholte Untersuchungen haben mich belehrt, daß er in vielen Fällen allerdings flüssig ist, häufig aber auch als ein festes Gebilde hervortritt, so wie Remak und Rosenthal es angeben, und sich auch nach Ablösung des geronnenen Markes lange durchsichtig und ungeronnen erhält, daß er cylindrisch und platt und unregelmäßig seyn kann. Purkinje thut aber sich und mir Unrecht, wenn er seinen Axencylinder und Remak's Primitivband geradezu für identisch nimmt. Ich will nicht mehr leugnen, daß Remak auch den wirklichen Cylinder axis gesehen habe, aber er verwechselt ihn offenbar mit der collabirten membranösen Scheide und seine Beschreibung ist mehr nach dieser, als nach jenem entworfen. Ich habe mich derselben Verwechselung schuldig gemacht, aber umgekehrt auch in dem Cylinder axis nur die collabirte Scheide gesehen. Fortan werden beide einander so ähnliche Theile besser unterschieden werden.

In den gelatinösen Nervenfasern soll nach Rosenthal (a. a. O. p. 18) nicht die häutige, sondern die Medullarscheide fehlen und der Axencylinder, selten sichtbar, sich unmittelbar von der häutigen Scheide eingeschlossen finden. Dies ist ohne Zweifel falsch. Rosenthal kennt die feinsten, nur aus der primären Gefäßhaut bestehenden Capillargefäße nicht; indem er sie für gelatinöse Nervenfasern hielt, konnte ihm das Lumen derselben als ein eingeschlossener Cylinder erscheinen.

Ich komme nun zu einer dritten, interessanten Confusion, welche durch die Stäbchenschicht der Retina herbeigeführt wurde und ihre nachtheiligen Wirkungen besonders in der Lehre von den Enden der Nerven äußerte. Die Entdeckung dieser Stäbchen wird Treviranus zugeschrieben, indeß hat sie schon Leeuwenhoek beim Frosche gekannt. Er sagt (Opp. III, 79): Praeterea judicandum esset, plurimas partes, quae ulteriorem membranam constituebant, esse globulos venulis adhaerentes, sed ubi eos accuratius examinarem, comperi plerasque particulas esse ex tertia vel quarta parte longiores quam crassas; — maxime probabile judicavi, particulas illas oblongas conficere corpus quoddam retibus nostris non dissimile: ulterior membranae (retinae) pars ex magna globulorum constabat copia. Die zarte Haut, welche aus den Stäbchen besteht und einige Zeit nach dem Tode von der Retina abgelöst werden kann, wurde bekanntlich von Jacob als eine eigenthümliche Membran des Auges beschrieben und nach demselben Jacob'sche Haut genannt, häufig aber mit der Pigmentschicht der Choroidea verwechselt, da weder Jacob, noch die Anatomen, welche sich nach ihm mit diesem Gegenstande beschäftigten, die Charaktere dieser Haut erkennbar genug angaben. Erst Huschke (v. Ammon's Zeitschr. IV, 1835. S. 283) beweist durch die

mikroskopische Untersuchung der Membran, welche er als die Jacob'sche ansieht, daß er darunter die Stäbchenschicht verstehe; er fand sie zusammengesetzt aus einer einfachen Lage von unzähligen, vollkommen runden, durchsichtigen Kügelchen von 0,0020 – 0,0025‴ Durchmesser, die er für Nervenkügelchen hält, und aus Nervenfäserchen; ihrer Entwickelung und Textur nach betrachtete er sie als nervös, lichtempfindend, als eine äußere körnige Nervenschicht, im Gegensatze zu der mehr faserigen, inneren Nervenschicht, der eigentlichen Retina. Auch Valentin (Repert. 1837. S. 249) schildert, wie bereits oben angegeben wurde, die Stäbchen als Elemente der Jacob'schen Haut; er nennt sie Wärzchen, welche einen rundlichen Nucleus in der Nähe der Spitze enthalten, ein Ansehen, das wahrscheinlich durch partielles Umbiegen entstanden ist. Zellgewebsfasern, welche nach Valentin die Jacob'sche Haut mit der Retina vereinigen sollen, sind mir nicht vorgekommen. Ehrenberg (Poggend. Ann. Bd. XXVIII. 1833. S. 457. Unerk. Struct. S. 28. 35. 39) gedenkt unter den Körnchen, welche die Ausbreitung des Sehnerven von vorn bedecken, auch gewisser stabartiger oder keulenförmiger Körperchen, deren Zusammenhang mit den Gefäßen und Nerven unklar blieb. Diese sind, wenigstens zum Theil, nichts Anderes, als die Stäbchen der hinter dem Sehnerven gelegenen Schicht. Dieselben beschrieb zuerst R. Wagner (Burdach's Phys. 1835. S. 143) als eine zusammenhängende Lage der eigentlichen Retina und zwar so, wie sie erscheinen, wenn sie sich umgelegt haben. Hinter der Körnerschicht der Retina hat er eine Schicht dicht aneinandergedrängter, eine einfache Lage bildender Fasern, welche er mit der Linienzeichnung an der Volarfläche der Fingerspitzen vergleicht. Sie schienen immer getrennt zu verlaufen und sich nie zu vereinigen, hatten eine einfache lineare Begrenzung wie Zellgewebsfäden, schienen öfters undeutlich gegliedert oder eingeschnürt, einzelne sah man am Rande, wo sie leicht abbrachen.

Ich erwähne hier noch Langenbeck, welcher seine Dissertation De retina zwar erst 1836 herausgab, aber ohne von Treviranus' Entdeckungen Kenntniß zu haben. Er giebt drei Schichten der Retina an (p. 68), eine hintere Körnerschicht, eine zweite fibröse und eine dritte Gefäßschicht. Die beiden ersten bestehen aus den varikösen Nervenröhren und den aus ihrem Marke gebildeten Kugeln, vielleicht sind unter den Körnern der Körnerschicht auch die eingerollten Stäbchen mit untergelaufen.

Treviranus (Beitr. II. 1835. S. 42. III. 1837. S. 91. IV. Fig. 30 – 37), welcher die Stäbchen zum Theil in ihrem aufgerichteten Zustande erkannte, erklärte sie für die freien, peripherischen Enden der primitiven Nervenröhren und nannte sie Papillen, um an ihre den Gefühlswärzchen der Haut und Zunge analoge Bedeutung zu erinnern. Die Primitivfasern der Retina sollten sich dicht aneinander liegend auf der Netzhaut ausbreiten, an einer gewissen Stelle ihres Verlaufes von der horizontalen Richtung abbiegen, sich der verticalen nähern, unter einem schiefen Winkel nach der entgegengesetzten, inneren Fläche der Netzhaut übergehen und hier als cylindrische, breite Papillen enden. Die Papillen sollten noch einen scheidenförmigen Ueberzug durch einen Fortsatz des Gefäßblattes erhalten. An einzelnen Bruchstücken fehlten oft die papillenartigen

Enden, Treviranus vermuthet, daß diese sich abgesondert hätten und am Glaskörper kleben geblieben wären. Beim Frosche kamen die Papillen aus dunkeln Streifen, wie die Fasern einer Feder aus dem Schafte derselben hervor. Bei den meisten Säugethieren und Vögeln schien ihm in jeder Papille nur eine einzige Nervenröhre zu enden, beim Maulwurfe, Schwane und den kaltblütigen Wirbelthieren waren aber die Papillen viel dicker als die Nervenfasern, und beim Hechte (III, 95) sah er den Ursprung der Fäden, deren äußere Enden die Papillen sind, aus zwei dünneren Röhren knieförmig umgebogen und an der Beugungsstelle kugelig aufgetriebene Stäbchen. Die bekannten Ausstrahlungen des Sehnerven in der Netzhaut des Kaninchens und Hasen erklärte Treviranus demgemäß für Gefäße.

Obgleich nach ihm Niemand den Zusammenhang der Stäbchen der Retina mit den Primitivfasern des Opticus nachzuweisen im Stande war, so trafen seine Entdeckungen doch mit den physiologischen Voraussetzungen der Zeit zu wohl zusammen, um nicht die günstigste Aufnahme zu finden. Gottsche, welcher früher (Müll. Arch. 1834. S. 457. Taf. VIII. Fig. 7 und Pfaff's Mitthlg. 1836. Hft. 1 u. 2. S. 40) die strahlige Nervenausbreitung richtig als innere Schicht und äußerlich auf derselben eine breiige, in rundliche Molecule zerfallende Haut (die Stäbchenschicht) wahrgenommen hatte, ließ sich durch Treviranus verführen, die Elemente der breiigen Haut als Nerven und als Papillen der Retina zu beschreiben (Pfaff's Mitthlg. 1836. Hft. 5 u. 6. S. 18). Ausführlich schildert er die Wirbel, welche durch das Umfallen der Stäbchen entstehen (bei den Fischen und Säugethieren versteht er aber unter Wirbeln auch die größeren Lücken zwischen den ausstrahlenden Bündeln der eigentlichen Nervenröhren). Bei den Fischen unterscheidet er die Stäbchen von den Papillen, die Stäbchen seyen abgebrochene Nervencylinder, die Papillen etwas Fremdartiges, durch welches der Nervencylinder durchtrete (S. 33). Entweder gehe nur ein Nerve durch eine kugelförmige Papille oder es gehen zwei Nerven durch die Papille, welche sich, gequetscht, auch in zwei Papillen theilt. Hier sind also die nach vorn gerichteten Anschwellungen der Zwillingszapfen Papillen genannt, während Treviranus darunter die vorderen eingerollten Enden der Stäbchen versteht. Nach den Beobachtungen Volkmann's (Beitr. 1836. S. 2), welche vor der Publication der Beiträge von Treviranus gedruckt waren, liegen die varikösen Nervenfasern der Retina hinten und vorn bedeckt von einer aus Kügelchen zusammengesetzten Substanz (theils Kügelchen des Nervenmarkes, theils umgerollte Stäbchen, theils Kerne der Oberhaut). In zerzupfter Netzhaut schwammen Kügelchen und feine Fasern mit runden Anschwellungen, die auf einen varikösen Bau zu deuten schienen; die Anschwellung war aber immer nur an Einem Ende. Beim Frosche waren die Fasern nicht knotig, dick, ansehnliche Stücke derselben schwammen frei im Wasser. Durch Treviranus aufmerksam gemacht, berichtigt Volkmann in einem Nachtrage, daß er nunmehr auch bei höheren Thieren die Nervenfasern glatt und nach vorn umbiegend finde; indeß seyen außer diesen glatten Fasern auch variköse vorhanden und namentlich seyen die strahligen Fasern der Retina des Hasen und Kaninchens nicht Gefäße, sondern variköse Gebilde; ob

Nerven, wage er nicht zu entscheiden. E. H. Weber (Treviranus' Beitr. III. 1837. S. 99) erklärt diese Fasern für Nerven, stimmt aber auch in Betreff der Stäbchen Treviranus bei und findet sie in Kugeln endend, die viel stärker sind, als die Stäbchen. J. Müller (Arch. 1837. S. XI) identificirt die hinterste Schicht großer Zellen mit Kernen beim Frosche, die zum Theil dem Pigment angehören, mit der breiigen Schicht in Gottsche's früheren Beschreibungen, auf diese folge alsdann die Ausbreitung der Nervenfibrillen (umgelegte Stäbchen), und die Schicht der stabförmigen Körper (stehende Stäbchen). Papillen konnte er bei Säugethieren nicht finden. Mayer (Seelenorgan. 1838. S. 51) beschreibt die Stäbchen als zerfallene Nervenfasern auf der vorderen Fläche der Retina, für Papillen erklärt er die kleinen Körnchen, die auf einigen sitzen. Alle Nervenfasern sollen nur Ketten solcher Stäbchen seyn. Die widersprechenden Meinungen in Betreff der Papillen erklärte ich (Schmidt's Jahrb. 1838. Nr. IX. S. 338), indem ich das Verhalten der Stäbchen gegen Wasser nachwies. Schon Treviranus und Gottsche hatten angegeben, daß sich die Stäbchen nach dem Tode in Kügelchen verwandeln, Mayer, daß sie sich krümmen; ich fand, daß dies Einrollen von der vorderen Spitze beginnt und in eiweißhaltigem Wasser nur langsam erfolgt, so daß eine Zeitlang nur das vordere Ende verdickt oder kolbig angeschwollen ist oder ein Kügelchen zu tragen scheint, während die frischen Stäbchen ganz gerade sind. Remak (Müll. Arch. 1839. S. 165) führte indeß die Papillen wieder auf als in die Breite gezogene Zwischenzellen zwischen den reihenweise aneinander gelagerten längeren Zellen, den Stäben. In größeren Thieren seyen sie durch eine Querspalte von den Stäben geschieden, lösen sich aber leicht ab, und bei der Lösung sehe man, daß ein feines Fädchen aus dem Innern des Stabes in die Papille trete. Die Stäbchenschicht erscheint ihm nämlich wie eine über die ganze Retina, auch die Eintrittsstelle des Sehnerven sich erstreckende Lage regelmäßiger, schnurgerader Fasern mit häufigen Querspalten, indem alle Stäbe sich gegenseitig mit ihren Enden berühren und mehr oder weniger fest mit einander verwachsen seyn sollen. Gleich Gottsche läßt er die Fasern von gemeinsamen Wirbeln ausstrahlen, auch sollen Verzweigungen einzelner Fasern vorkommen. Die Stäbe oder Bruchstücke der Fasern sollen steif und brüchig seyn; mit Mayer schreibt er ihnen eine Art willkürlicher Bewegung zu. Remak hat auch die wirklichen Nervenfasern und deren Plexus gesehen, versetzt sie aber an die hintere Seite der Stäbchenschicht. Als dritte und hinterste Lage der Retina beschreibt er, in Uebereinstimmung mit Müller, große Zellen, wahrscheinlich weniger angefüllte Pigmentzellen. Remak erklärt sich für ziemlich überzeugt, daß die Nervenröhren nicht in die Stäbe umbiegen; was er zum Theil aus seiner unrichtigen Beschreibung, mit Recht aber auch aus den Widersprüchen folgert, welche sich aus Vergleichung der Größenverhältnisse ergeben, wie z. B. die Primitivnervenröhren des Frosches 4mal dünner seyen, als die des Kaninchens, und umgekehrt die Stäbe bei jenem fast 4mal dicker, als bei diesen. In einer Anmerkung zu diesem Aufsatz, worin ich die von Remak vorgetragenen Irrthümer über die Natur der S[illegible]tigte, theilte ich zugleich einige Thatsachen mit, welche mir

wenn auch indirect, zu beweisen schienen, daß Treviranus richtig gesehen habe. Da ich die Stäbchen mancher Thiere nach hinten in einen blassen Faden verlängert sah, der sich in Wasser ebenfalls einrollte und wie ein aufsitzendes Kügelchen erschien (die durch einen Querstrich getrennte Papille früherer Beobachter), da Stäbchen vorkamen, die viel länger waren als die übrigen, und da nach Behandlung mit Essigsäure längere Stäbchen erschienen, so sah ich die Stäbchen, wie sie sich gewöhnlich zeigen, für Fragmente längerer Fasern an; daß der blasse Faden in einem stumpfen Winkel vom Stäbchen abging, war mir ein Beweis für das Umbiegen der Fasern an gewisser Stelle. Die Aehnlichkeit der Stäbchen im optischen und hygroskopischen Verhalten mit kurzen Stückchen feiner Nervenfasern, die an den Beugungsstellen der Stäbchen erscheinenden Varikositäten sprachen mir für eine Uebereinstimmung der chemischen Beschaffenheit. Die blassen Fäden an den Stäbchen verglich ich mit den zusammengefallenen Scheiden der Nervenröhren, von denen sie allerdings durch ihre Glätte hinlänglich verschieden sind.

Eine richtigere Ansicht über den Bau der Netzhaut sprach schon im Jahre 1837 (Müll. Arch. S. XII) Michaelis aus. Er beschrieb als Tunica Jacobi oder seröse Schicht der Netzhaut die Lage eckiger Zellen an der vorderen Fläche der Choroidea mit den farbigen Kügelchen, die bei Vögeln hinten auf den Stäbchen sitzen; als zweite oder körnige Schicht die stabförmigen Körper, deren ebenfalls jeder ein Kügelchen, aber auf dem vorderen Ende tragen soll. Auf die körnige Schicht folgt als dritte Schicht die Nervenausstrahlung, die vierte Schicht endlich bilden Kügelchen von $^1/_{1505}$''' (?) Durchmesser in regelmäßigen Abständen, meist mit einem Faden von verschiedener Länge versehen, der einer Nervenprimitivfaser gleicht. Michaelis hält diese Fäden für die Enden der Nerven. Zu ähnlichen Resultaten kam Bidder (Müll. Arch. 1839. S. 371) und widerlegte daraus gründlich die Annahme, daß die Stäbchen Umbiegungen der Nervenfasern seyen. Er zeigte, daß die von Gottsche und Remak beschriebenen Wirbel und Riffe durch Umfallen und Verschiebung der Stäbchen entstehen, er wies auf die Verschiedenheiten zwischen Nervenfasern und Retinastäbchen hin; er erinnerte, daß der von mir entdeckte Faden nicht immer unter einem stumpfen Winkel, sondern oft auch gerade abgehe und zu fest sey, um für eine zusammengefallene Hülle genommen zu werden; er setzte endlich die Stäbchenschicht wieder als Jacob'sche Haut ein; und wenn dieser Name nicht ganz ausgemerzt werden soll, so scheint es mir unzweifelhaft, daß er nur zur Bezeichnung der Stäbchenschicht dienen könne. Bidder beschrieb die eigenthümliche flaschenförmige Gestalt eines Theiles der Stäbchen bei den Vögeln, leugnete aber mit Unrecht das hakenförmige Umrollen bei den übrigen. Ich versah auch diese Abhandlung mit einem Anhange, in welchem ich einen letzten unglücklichen Versuch machte, die Treviranus'sche Ansicht zu retten. Ich setzte voraus, daß, was Valentin als Jacob'sche Haut beschrieb, nicht die Stäbchen der Retina seyn können, da er zur Präparation des Auges Wasser anwandte; die von ihm beschriebene Körnerschicht nahm ich für die eingerollten Stäbchen, seine Wärzchen der Jacob'schen Haut dagegen, denen er irrigerweise einen Nucleus zugeschrieben hatte, für eine Art Cylinderepithelium der Cho-

roïdea, womit ich die flaschenförmigen Stäbchen der Retina der Vögel und Gottsche's Doppelpapillen im Fischauge zusammenstellte. So erhielt ich die Stäbchen als Nervenausbreitung und die Nervenfasern als Bindegewebeschicht. Fortgesetzte eigne Untersuchungen, sowie die Einwendungen Valentin's zur Rechtfertigung seiner Ganglienkugelschicht (Repert. 1839. S. 67) und die neueste Arbeit von Hannover über diesen Gegenstand (Müll. Arch. 1840. S. 320) haben mich von meinem Irrthume überzeugt. Hannover bestätigte nicht nur die Angaben von Michaelis und Bidder über die Lage der Stäbchen und der farbigen Kügelchen, sondern wies auch das Verhältniß der Doppelpapillen Gottsche's zu den Stäbchen bei den Fischen nach und machte auf analoge Bildungen bei anderen Thieren aufmerksam. Ganz eigenthümlich beschränkt er den Namen Retina nur auf die Stäbchenschicht, indem er die Existenz der Jacob'schen Haut leugnet, und versteht dagegen unter Gehirnsubstanz der Retina die Nervenröhren und die Zellenschicht. Die letztere hält er mit Valentin für analog der grauen Hirnsubstanz. Von seinen sogenannten Pigmentscheiben der Stäbchen war bereits oben die Rede. Dort wurde auch mitgetheilt, was die Dissertation von Lersch, De retinae structura microscopica. Berol. 1840. Neues über die Stäbchen der Retina beim Frosche enthält.

Eine wesentliche Entdeckung in der Anatomie des Nervensystemes gehört allein der neuesten Zeit an, ich meine die Ganglienkugeln und die wahrscheinlich analogen Kugeln der grauen Substanz der Centralorgane. Man hatte ohne mikroskopische Untersuchung so viel ermittelt, daß die Nervenfasern durch die Ganglien hindurchgehen und nur Plexus in denselben bilden, und daß die Maschen dieser Plexus von einem Gewebe anderer Art ausgefüllt werden. Winslow, Johnston und viele ältere Anatomen verglichen dasselbe mit der grauen Hirnsubstanz, Haase (De gangliis nervorum. Lips. 1772. Ludwig, Script. neur. min. I. p. 74) nennt es Zellgewebe schlechthin, Scarpa (Anatom. adnot. 1779. Lib. I. §. VI) betrachtet es als ein Zellgewebe, welches bei Magern mit einer schleimigen, bei Fetten mit einer öligen Materie gefüllt sey. Nach Wutzer (De gangliorum fabrica et usu. 1817. p. 57) besteht es aus Zellen oder Bläschen, die immer mit einer eigenthümlichen gallertartigen zähen Pulpa erfüllt sind; Fett liege zwar in fetten Leichen innerhalb der Tunica propria, nicht aber in der Höhle der Zellen oder Bläschen selber, deren Inhalt sich niemals ändere. Gelatinös nennt auch Lobstein (Nervi symp. fabr. 1823. p. 65) die Substantia propria der Ganglien. Ehrenberg (Poggend Ann. 1833. XXVIII. S. 458) sah zuerst in den Spinalganglien bei Vögeln außer den Nerven große, fast kugelförmige (0,02" dicke) unregelmäßige Körper, er vergleicht sie einer Drüsensubstanz und stellt sie mit den Kalksäckchen der Frösche zusammen; in den Ganglien des Sympathicus fand er nur feinere und stärkere Gliederröhren und feine Körnchen, wie die, welche die Retina bedecken, und erwähnt, indem er das Resultat über den Bau der Ganglien ausspricht, der Körner gar nicht. Auf der VII. Tafel seiner späteren ausführlichen Mittheilung (Unerk. Struct. 1836) sind die Ganglienkugeln mehrerer wirbellosen Thiere abgebildet; in der Erklärung der Abbildungen werden sie als keulenartige, trüb erfüllte Organe angeführt. Lauth

(l'Institut. 1834. No. 73) findet zwischen den Röhren der Spinalganglien große runde, elliptische oder unregelmäßige Massen von grauer Substanz, scharf begrenzt, im Ganglion cervicale supremum außerdem kleinere Kügelchen, wie im Gehirne. Die erste richtige Beschreibung der Ganglienkugeln gaben Valentin (Verlauf und Enden der Nerven 1836. S. 77. 88) und Purkinje (Bericht über die Versammlung in Prag. 1838. S. 179). Sie beschreiben die Fortsätze derselben und die zelligen Hüllen. Remak (Syst. nerv. structura. 1838. p. 8) ließ von den Ganglienkugeln seine organischen Fasern entspringen und mußte deshalb die zelligen Hüllen leugnen, ein Irrthum, welcher durch Valentin (Repert. 1838. S. 73 und Müll. Arch. 1839. S. 150) dahin berichtigt wurde, daß Remak theils die wahren kurzen Fortsätze der Ganglienkugeln für organische Fasern, theils anhängende Fetzen der zelligen Scheide für Fortsätze der Ganglienkugeln genommen hatte. Einige Beiträge zur Kenntniß dieser Elemente lieferten auch Volkmann (Müll. Arch. 1838. S. 291) und Schwann (Mikrosk. Unters. 1838. S. 181). Die Zellscheide der Ganglienkugeln bestätigte Rosenthal (Form. granulosa. 1839. p. 19). Was Berres (Oesterr. Jahrb. XXII. 1840. S. 417) als „Dunstzellen aus der Wesenheit der Ganglien" beschreibt, sowie die Infusorien, welche Magendie *(Syst. nerv. 1839. II, 840)* aus den Spinalganglien hervordrückt und der Monas punctum vergleicht, scheinen ebenfalls Ganglienkugeln zu seyn.

Ueber die Kugeln der Centralorgane verstand man sich nicht so gut. Was Ehrenberg als Körnchen der Rindensubstanz beschrieb (Poggend. Ann. XXVIII. 1833. S. 451), sind theils die feinen Körnchen der Zwischensubstanz, die er aber von den Anschwellungen der varikösen Fasern nicht unterschied, theils die eigentlichen Zellenkerne. Die letzteren hat auch Emmert wahrgenommen (Endigungsweise der Nerven. S. 8), aber für Oeffnungen in der körnigen Substanz angesehen, eine Täuschung, die kaum zu vermeiden ist, wenn man die Schnitte nicht so fein macht, daß man isolirte Kügelchen am Rande zu sehen bekommt. Die Deutung seiner kolbenförmigen Körper (Taf. II. Fig. 15) im Rückenmarke des Kaninchens ist schwieriger. Er hält es für möglich, daß die Linien, welche den Kolben zu begrenzen scheinen, Bogen feiner Fasern wären; so regelmäßige Umbiegungsschlingen würden aber von Anderen nicht übersehen worden seyn. Vielleicht sind es in die Länge gezogene Tropfen ausgetretenen Nervenmarkes, gleich den ästigen und kolbig angeschwollenen Gehirnfasern bei Ehrenberg (Unerk. Structur. S. 20 Taf. II. Fig. 1, a. e. 2, b u. and.) und bei Remak (Observ. Tab. II. fig. 32. 33). Burdach (Beitr. S. 34) hat die Entstehung solcher Fasern, die wie varikose aussehen können, schon richtig nachgewiesen. Volkmann (Beiträge. S. 4) unterscheidet zwei Arten von Kügelchen in der Hirnmasse, durchsichtige mit doppelten Contouren, Tröpfchen des Nervenmarkes, die er selbst für Oeltropfen erklärt, und unregelmäßige mit dunkeln Punkten erfüllte Klümpchen. Purkinje entdeckte die den Ganglienkugeln ähnlichen, gestielten Kugeln im Gehirne. Valentin (Verlauf und Enden. S. 99) beschrieb sie genau, nahm aber auch in der äußeren Schicht der Rindensubstanz vollkommen ähnlich gebildete Kugeln an, indem er voraussetzte, daß die feinkörnige Beschaffenheit der

grauen Substanz erst durch Zertrümmerung der Kugeln entstehe; ein sehr weicher, zellgewebiger Stoff sollte dieselben trennen, und deshalb würden die Abtheilungen zwischen ihnen leicht zerstört. Purkinje (Bericht der Naturf. in Prag. S. 180) unterscheidet außer den Ganglienkugeln größere, aus Punktmasse bestehende Körner ohne Zellenkern in der grauen Substanz der Windungen, wahrscheinlich Klümpchen der Grundsubstanz, welche einen oder mehrere kleine Zellenkerne vollkommen umhüllten. Ferner durchsichtige, runde und rundlich-eckige Körperchen von wachsartiger Consistenz an der Lamina cribrosa und Stria cornea, die ich der Abbildung nach nur für Nervenmarktröpfchen halten kann. Die keulenförmigen Körper mit Fortsätzen, welche J. Müller im Rückenmarke eines, in Weingeist aufbewahrten Petromyzon fand und mit Gewürznelken vergleicht, sind wohl auch den gestielten Ganglienkugeln Purkinje's identisch (Arch. 1837. S. XVII). Im Froschgehirne nahm Dutrochet (*Mém. p. servir a l'hist. etc. 1837. II, 478*) dicht gedrängte, mit Pünktchen besetzte Zellen wahr, die ihm den Pflanzenzellen ähnlich schienen. C. Burdach erkannte in der grauen Substanz eine feinkörnige, mit großen kugeligen Körpern untermischte Masse (Beiträge. S. 23). Diese sowohl als Volkmann's Kügelchen (Müll. Arch. 1838. S. 279) sind theils Körnchen der Grundsubstanz, theils Marktröpfchen, die kleinsten sind nach Volkmann unmeßbar, die größten übertreffen den Durchmesser der Nervenfasern, kamen aber bei sorgfältiger Untersuchung in Hirnsubstanz, die mit Eiweiß befeuchtet war, nicht vor. Remak (a. a. O. p. 15) scheint die von den Kugeln der grauen Substanz im Rückenmarke entspringenden Fortsätze weiter, als Purkinje verfolgt zu haben, doch konnte er eben so wenig einen Zusammenhang derselben mit Nervenröhren nachweisen. Seine Untersuchung der gelatinösen Substanz wurde oben mitgetheilt.

Remak (a. a. O. p. 32) will an dem Schnittrande frischer Spinalnerven Flimmerbewegungen wahrgenommen haben, welche er einem Flimmerepithelium an der inneren Fläche des Neurilems zuschreibt; er sah aber nicht die Ursache der Bewegung, sondern nur den Wirbel im Wasser schwimmender Körperchen, der ohne Zweifel durch Strömungen der Flüssigkeit in Folge einer theilweisen Mischung des Nervenmarkes mit dem Wasser erzeugt wird. Valentin (Repert. 1838. S. 262) spricht von Flimmerbewegungen der Nervenscheide, aber nicht des Neurilems, welches eine Menge von Bündeln umschließt, sondern der einzelnen Primitivfaser. Bruns (Allg. Anat. 1841. S. 146) glaubt dieselbe ebenfalls ein Mal gesehen zu haben. Ich habe auch hier nie eine andere Bewegung gefunden, als die, welche die Coagulation des Nervenmarkes begleitet, und kann um so weniger an die Existenz einer Flimmerbewegung weder im Neurilem, noch in der Primitivröhre glauben, als ich weder dort noch hier jemals eine Spur von solchen Zellen oder nur deren Kernen gesehen habe, wie an den flimmernden Oberflächen der Centralorgane die Cilien tragen. Die von Gerber (Allg. Anat. Fig. 88. 4, a. b u. 5) abgebildeten Flimmerkegel kann ich nicht als solche erkennen. Zeichnungen der Art lassen sich an allen glänzenden und nicht ganz ebenen Oberflächen herausfinden und es ist dazu nicht einmal die künstliche Beleuchtung nöthig, die Gerber empfiehlt.

Vom Knorpelgewebe.

Structur.

Die Knorpel gehören zu den festeren Theilen des Körpers, besitzen aber bei ihrer Härte einen ziemlichen Grad von Elasticität und Biegsamkeit; dünne Scheiben, wie die Knorpel des Ohres und der Nase, können stark gebogen werden, ohne zu brechen; stärkere Knorpel sind spröde; die Bruchflächen sind glatt, körnig oder faserig. Die Festigkeit, sowie die Farbe der verschiedenen Knorpel, welche vom Milchblauen zum Gelben variirt, sind durch die Zusammensetzung bedingt. Alle bestehen nämlich aus einer homogenen Grundsubstanz, welche aber faserig werden kann, und aus Bläschen oder Zellen, die in größerer oder geringerer Zahl, in mehr oder minder bestimmter Ordnung in die Grundsubstanz eingestreut sind. Liegen die Zellen in einer hellen, durchscheinenden Substanz, so erscheint der Knorpel weiß oder bläulichweiß. Die Fasern dagegen ertheilen ihm eine gelbliche Färbung, die um so auffallender ist, je mehr die Zahl der Fasern die der Zellen überwiegt. Das specifische Gewicht der Knorpel beträgt 1,15—1,16 (Schübler und Kapff).

Man kann sämmtliche knorpelige Gebilde in zwei Gruppen ordnen, je nachdem die Grundsubstanz homogen oder faserig ist. Knorpel mit homogener Grundlage nennt man ächte oder wahre Knorpel, diejenigen mit faseriger Grundlage werden passend Faserknorpel genannt. Dabei muß indeß bemerkt werden, daß es auch an Uebergängen zwischen beiden Gruppen nicht fehlt, indem einerseits in der Grundlage einiger wahren Knorpel sich in späteren Lebensjahren fast regelmäßig Fasern entwickeln, während andrerseits die faserige Grundlage der Faserknorpel in früherer Zeit homogen zu seyn scheint.

Zu den ächten Knorpeln rechnen wir die Trochlea, die Knorpel der Nase und des ganzen Respirationsapparates mit Ausnahme der Santorinischen, keilförmigen Knorpel und der Epiglottis, die Corpuscula triticea in den Ligamenta hyothyreoidea lateralia, die Rippenknorpel und den schwertförmigen Fortsatz des Brustbeines, endlich die Gelenkknorpel mit einziger Ausnahme des dünnen, knorpeligen Ueberzuges der Cavitas glenoidea und des Gelenkkopfes des

Kiefergelenkes. An dünnen Schnitten ächter Knorpel sieht man in der wasserhellen oder gleich mattem Glase schwach körnigen Lamelle der Grundsubstanz (Taf. V. Fig. 6, C) Grübchen oder Höhlen von verschiedener Gestalt und Größe und in verschiedenen Abständen von einander. Sie erscheinen fein granulirt, wie die Grundsubstanz, aber bald heller, bald dunkler, was wohl nur von dem Durchscheinen der Grundsubstanz und von zufälligen Modificationen der Beleuchtung abhängt. An sich sind sie, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, von einer hellen Masse und den sogleich zu beschreibenden Kügelchen oder Bläschen ausgefüllt, die man theils als Zellen, theils als Cytoblasten erkennt. Kleinere Höhlen von 0,006‴ Durchmesser enthalten in sehr seltenen Fällen nur Ein kleines, scharfbegrenztes rundes Körperchen von etwa 0,001‴ Durchmesser. In anderen scheint dies Körperchen von einem feinen, körnigen Wesen umgeben, welches nach Schwann der Anfang eines secundären Bläschens seyn würde. Am gewöhnlichsten findet man die secundären Bläschen fertig gebildet, als körnige Körperchen von 0,003—0,005‴ Durchmesser, wahre Zellenkerne, die durch ein oder ein paar Kernkörperchen ausgezeichnet[1], zuweilen auch, wiewohl selten, von einer Zelle umgeben sind. Oft liegen diese kleinen Höhlungen in Gruppen von je 2—4 zusammen[2]. Dann kommen etwas größere Höhlungen vor, welche 2 Zellenkerne nebeneinander einschließen. Enthält eine Höhlung 2 Zellenkerne, so ist bald nur der eine von einem besonderen Bläschen umgeben, bald sind es beide; der Kern liegt alsdann häufig nicht in der Mitte der ihm zugehörigen Zelle, sondern dem Rande näher, die Zelle übertrifft den Umfang des Kernes nicht leicht um mehr als das Doppelte. Auch 3 und 4 Kerne, mit oder ohne umschließende Zelle, zeigen sich in einer Höhlung. So ist z. B. Taf. V. Fig. 6, B. eine Höhlung dargestellt, in welcher, durch eine Brücke der dunkeln, körnigen Substanz (b) getrennt, zwei Bläschen liegen, c und d. Das Bläschen c ist mit zwei Cytoblasten (e f) versehen, das Bläschen d enthält einen Cytoblasten h, der selbst wieder von einer Zelle g umschlossen wird. Endlich findet man Höhlungen, die auf den ersten Blick einfach und 2—4 Zellen zu enthalten scheinen, an denen man aber bei genauerer Betrachtung schmale

1 Schwann Mikrosk. Unters. Taf. III. Fig. 1. 2.

2 [illegible] Fig. 9.

Brücken der homogenen Grundsubstanz zwischen den einzelnen Zellen erkennt. Diese bilden wieder den Uebergang zu den deutlich durch die Grundsubstanz getrennten, aber gruppenweise zusammengehäuften Höhlungen mit einfachem Kerne. Die Zellen der nackten Zellenkerne sind von den Wänden der Höhle, in der sie liegen, entweder dicht umschlossen oder durch einen mehr oder minder ansehnlichen Zwischenraum von ihnen getrennt (Fig. 6, A).

In der Form der Kerne, der Zellen und der einschließenden Höhlungen herrscht die größte Mannichfaltigkeit. Die Kerne sind rund, oval, eckig oder ganz unregelmäßig (Fig. 6, B. e), fein- oder grobkörnig (f) oder glatt. Das Kernkörperchen fehlt in den grobkörnigen Cytoblasten, in anderen ist es einfach oder doppelt; es kann sich zu einem Fetttröpfchen entwickeln und oft finden sich mehrere feinere Fetttröpfchen innerhalb des Zellenkernes. Durch Zusammenfließen dieser anfangs isolirten Tröpfchen geschieht es, daß der ganze Zellenkern unter Umständen das Ansehen eines einfachen Fettbläschens erhält (Fig. 6, A. m. B. h), und man muß annehmen, daß er sich zu einer gewissen Zeit der Entwickelung mit Fett füllen könne. Die fetthaltigen Cytoblasten sind meist größer, als die körnigen. In demselben Knorpel (einer Rippe) maßen die grobkörnigen Cytoblasten 0,003—0,0035‴, die feinkörnigen im Mittel 0,005‴, die fetthaltigen 0,0062—0,008‴. Wenn der Inhalt des Zellenkernes in Fett verwandelt ist, so erscheinen kleine, punktförmige Fettpartikelchen und selbst größere Fetttröpfchen auch an anderen Stellen der Knorpelzelle, zunächst dicht um den Umfang des Cytoblasten; es ist möglich, daß auf diese Weise die ganze Knorpelzelle zuletzt zu einer einfachen Fettzelle wird. Uebrigens kommen die fetthaltigen Zellen in den ächten Knorpeln viel seltener vor, als in den Faserknorpeln, und in jenen wie es scheint nur dann, wenn auch die Grundsubstanz einen Anfang von Faserbildung zeigt. Ein sehr eigenthümliches Ansehen erhalten die Knorpelzellen öfters dadurch, daß sie, während der Cytoblast feinkörnig bleibt, sich mit kleinen, zerstreuten, sehr scharf begrenzten Kügelchen füllen, die besonders um den Kern herum gehäuft sind und denselben verdecken; vielleicht sind es erdige Ablagerungen, wenigstens gleichen sie am meisten den Kügelchen, die man auf der Innenhaut verknöcherter Arterien antrifft.

Anlangend die Form der Bläschen, welche die Kerne zunächst umgeben, so sind sie auch nur selten genau rund oder oval, am

gewöhnlichsten unregelmäßig dreieckig, keil= oder halbmondförmig, oder viereckig. Liegen 2 Zellen in einer Höhlung zusammen, so gleichen sie Kreisabschnitten, welche mit den Sehnen einander zugekehrt sind; sind 4 Zellen in einer Höhle vereinigt, so bilden sie zusammen einen Kreis und jede hat ungefähr die Form eines Quadranten. Durch Druck nehmen indeß die Zellen meist eine regelmäßig kugelige Gestalt an, und bewegt man mittelst des Compressoriums das gepreßte Knorpelscheibchen zugleich hin und her, so überzeugt man sich leicht, daß die Kerne in den Wänden der kugeligen Zellen liegen.

Die Contouren der Höhlen endlich folgen zwar in der Regel genau den Contouren der eingeschlossenen Zellen, sind aber auch nicht selten weiter als diese, entweder nach allen Seiten, oder nur nach einer Richtung, so daß z. B. eine rundliche Zelle in einer elliptischen Höhlung liegt und der Durchmesser des Kreises mit der kleinen Axe der Ellipse zusammenfällt.

Es fragt sich nunmehr, sind die Höhlungen, in welchen die Knorpelzellen oder die Kerne von Knorpelzellen enthalten sind, einfache Lücken der Grundsubstanz, oder sind sie inwendig mit einer besonderen, von der Grundsubstanz verschiedenen Haut ausgekleidet? Wenn das Letztere der Fall ist, so ist die auskleidende Membran selbst als Zellenwand anzusehen, als die Wand einer Mutterzelle, welche in ihrem Innern eine neue Generation in verschiedenen Stufen der Entwickelung enthält.

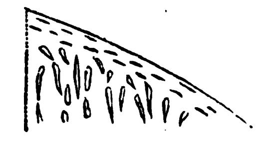
Zuerst haben die Höhlungen allerdings das Ansehen von bloßen Lücken oder Grübchen. Denn das hellste Licht zeigt sich an den enthaltenen Bläschen, wie natürlich, auf der dem einfallenden Lichte zugekehrten Seite der Oberfläche, die Höhlungen sind aber an den entsprechenden Rändern am dunkelsten, ihr hell erleuchteter Rand liegt auf derselben Seite mit dem dunkeln Rande der eingeschlossenen Zellen. Bei aufmerksamer Betrachtung ergeben sich aber manche Thatsachen, welche es außer Zweifel setzen, daß wenigstens ein Theil der Höhlungen durch eine eigenthümliche Haut gegen die homogene Grundsubstanz abgesetzt ist. Wären es bloße Lücken, so müßten, wenn zufällig ein Schnitt durch dieselben trifft, die Zellen und Zellenkerne herausfallen, und der Schnittrand, wo er durch die Lücke ging, eine Concavität zeigen. Statt dessen ragt an der entsprechenden Stelle zuweilen ein Körperchen, welches die Zellen und

Zellenkerne enthält, über den Schnittrand vor [1]. Viele Höhlungen sind von zwei einander ziemlich parallelen Linien begrenzt, deren Entfernung von einander der Dicke der Zellenwand gleich zu setzen ist (Fig. 6, A. k); dieser doppelte Contour kann nicht Effect einer eigenthümlichen Lichtbrechung seyn, denn an manchen Stellen, wo die Zellenwand dicker wird, weichen beide Linien auseinander und schließen eine dunkelkörnige Substanz zwischen sich ein, welche eben so sehr von der hellen Höhle, als von der blaßkörnigen Grundsubstanz absticht (Fig. 6, B. a). Diese Erfahrung beweist zugleich, daß die Körperchen, in welchen die Zellen und Kerne eingeschlossen sind, wirkliche Bläschen sind und eine von dem Contentum gesonderte Hülle besitzen. In vielen Fällen scheinen aber allerdings die Wände der Höhlungen von der Grundsubstanz nicht verschieden zu seyn. Hier sind, wie sich zeigen wird, die Zellenwände mit der Grundsubstanz oder der ursprünglichen Intercellularsubstanz verschmolzen. Im Folgenden verstehe ich unter Knorpelhöhlen die bisher beschriebenen Höhlungen im Allgemeinen, ohne Rücksicht darauf, ob sie gesonderte Wände haben und ob sie einfache Zellen sind oder selbst neue Generationen von Zellen enthalten.

In der Anordnung der Knorpelhöhlen zeigen sich in den verschiedenen ächten Knorpeln manche constante Eigenthümlichkeiten. Die Knorpel, welche die Gelenkenden der Knochen überziehen und an den größeren Knochen eine Schicht von 2''' Dicke bilden, enthalten meistens kleine Höhlen, welche die Cytoblasten eng umschließen. Der Durchmesser der Cytoblasten beträgt selten mehr als 0,0035'''. In einer Höhle liegen deren 2—4, zuweilen aber auch eine viel größere Anzahl, dicht aneinander, jeder in einer engen Zelle; kommen mehr als zwei vor, so sind sie in der Regel alle in einer Längsreihe geordnet, so daß die Höhlen die Form langer und schmaler Canäle haben, welche von aneinandergereihten kleinen, kernhaltigen Zellen ausgefüllt werden. Meckauer sah solche Zellenreihen von 0,125''' Länge. An den langen Reihen konnte ich einigemal bemerken, wie durch schmale Brücken von Grundsubstanz Unterabtheilungen von je zwei Zellen gebildet wurden. Die Zellen einer Reihe sind viereckig, die äußersten zuweilen dreieckig, die Basis gegen die angrenzende Zelle, die Spitze nach außen gerichtet. Zunächst der freien Oberfläche des Gelenkknorpels liegen die Knorpel-

1 Meckauer, Cartilaginum structura. Fig. 1. e.

höhlen mit ihrem längsten Durchmesser in einer dem freien Rande parallelen Ebene; sie sind zahlreicher als im Innern, kürzer und etwas abgeplattet, so daß sie an einem senkrecht auf die freie Fläche geführten Durchschnitte nur 0,0025‴ Höhe haben, während der schmalste Durchmesser der tieferen Canäle nicht leicht unter 0,006‴ beträgt.



Nach der Tiefe und gegen die Vereinigungsstelle mit dem Knochen hin werden die Höhlen länger und ihre Längenaxe kommt meist senkrecht auf die freie Oberfläche zu stehen oder in einer schiefen, von der perpendiculären Richtung wenig abweichenden Lage. Zuweilen sieht man die einzelnen Höhlen, wenngleich durch breite Interstitien getrennt, doch so übereinander geordnet, daß eine höhere die Fortsetzung der nächst tieferen zu seyn scheint, oder auch zwei unter einem spitzen Winkel auseinandertretende wie eine gabelige Theilung einer vorhergehenden erscheinen. Einigemal sah ich von einer Längsreihe von Zellen zur nächsten die Contouren der Höhle sich fortsetzen und es sah aus, als ob ein Theil der Höhle nebst den eingeschlossenen Zellen durch den Schnitt entfernt worden wäre.



Es ist wohl möglich, daß diese Höhlen Theile eines Systemes von längeren Canälen sind, welche geschlängelt, vielleicht auch in seltenen Fällen gabelig getheilt, den Knorpel von der unteren Fläche gegen die obere hin durchziehen, und bei der Spaltung theilweise in dem einen, theilweise im anderen Segmente bleiben. Aus diesem Baue erklärt sich hinreichend, warum die Gelenkknorpel eine faserige Bruchfläche haben und den älteren Beobachtern aus Fasern zu bestehen schienen, die senkrecht durch die Dicke derselben verlaufen sollten. Der freien Oberfläche zunächst sind sie mehr lamellös und können in feine Blättchen gerissen werden (Meckauer). Die abgeplatteten Zellen dieser Schicht haben mit den Epitheliumzellen der Synovialhaut die größte Aehnlichkeit und gehen auch oft unmerklich in dieselbe über; in der Regel bezeichnet aber eine Lage von Bindegewebe die Grenze zwischen beiden.

An den knorpeligen Ueberzügen kleinerer Knochen ist die Menge der Höhlungen größer, die oberflächliche Lage platter Zellen nicht so deutlich; die äußersten sind zwar klein, aber rundlich; nur wenige in der Nähe des Knochens haben eine elliptische Form, die

mittlere Lage zeigt rundliche Höhlen mit einfachen oder mehrfachen Zellen [1].

In allen übrigen, mehr selbstständigen, ächten Knorpeln (Cartilagines figuratae Meckauer) findet sich zunächst den freien Oberflächen eine Schicht abgeplatteter Knorpelhöhlen, welche relativ um so mächtiger ist, je dünner der Knorpel, und z. B. an den Knorpeln der untersten Rippen, welche spitz zulaufen, in den Spitzen fast allein übrig bleibt (Meckauer). Zunächst dieser Rindenschicht liegen die Knorpelhöhlen dichter gedrängt, sind größer und enthalten mehr Zellen, als weiter nach innen. In dünnen Knorpelscheiben, z. B. in den feinen Knorpeln der Nasenflügel und in der Trochlea, fällt dieser Unterschied zwischen peripherischer und centraler Substanz weg und der ganze Raum innerhalb der abgeplatteten Zellen ist gleichmäßig von runden, meist einfachen Zellen erfüllt, zwischen denen die Grundsubstanz nur schmale Brücken bildet. An den Rippenknorpeln ordnen sich die Höhlen gegen die Axe hin in Längsreihen, welche an einem Querdurchschnitte strahlig von der Axe zur Peripherie verlaufen; sie sind auch hier etwas abgeplattet, aber so, daß die breiten Flächen in einer Ebene liegen, welche der Verbindungsfläche des Rippenknorpels mit der knöchernen Rippe parallel ist. Daraus erklärt sich, warum die Rippen leicht der Quere nach brechen und nach einer sehr langen Maceration sich der Quere nach in dünne Scheiben lösen [2].

Es wurde bereits erwähnt, daß in der Grundsubstanz einiger ächten Knorpel sich bei Erwachsenen ziemlich constant Fasern ausbilden; dahin gehören namentlich die Rippenknorpel und die Cart. thyreoidea. Die Grundsubstanz zeigt sich zuerst stellenweise sehr fein und glänzend streifig, wie Asbest; die Streifen laufen ziemlich parallel, in dem Schildknorpel gerade von der äußeren Fläche des Knorpels zur inneren, in den Rippenknorpeln strahlig von der Axe zur Peripherie. Auf dem Querdurchschnitte, z. B. auf einem Plättchen unter der Rippe, dessen Flächen der äußeren oder inneren Oberfläche der Rippe parallel sind, nehmen sie sich wie feine, runde Körnchen aus. Sie bilden Bündel, welche auseinander weichen, um die Knorpelhöhlen zwischen sich zu nehmen. Die Faserung tritt an einzelnen Stellen auf und verbreitet sich von da aus weiter, an

1 Meckauer, a. a. O. p. 10.

2 *Hérissant, Mém. de l'acad. de Paris. 1748. p. 355.*

den Rippenknorpeln beginnt sie in der Axe, am Schildknorpel i
einzelnen Lamellen, und man sieht bei nicht ganz ebenen Dur
schnitten helle, structurlose und faserige Stellen miteinander abwech
seln. Anfangs ist die Faserung blaß, äußerst fein, und es gelin
nicht, einzelne Fasern zu isoliren; in späteren Stadien stehen s
aber mitunter am Rande vor; sie sind steif, nicht dicker als Bind
gewebefibrillen und sehen zuweilen aus, als ob sie aus longitudina
aneinandergereihten Körnchen zusammengesetzt wären. Wo sie i
einiger Menge gehäuft sind, wird ihre gelbliche Färbung sehr a
fallend und es wird klar, daß die gelbe Farbe, welche die gan
ten Knorpel zuweilen auf der Durchschnittfläche zeigen, von
den Fasern herrührt. Verdünnte Essigsäure macht sowohl die Kn
pelzellen, als die Fasern deutlicher und scheint nur eine Zwisch
substanz anzugreifen. Die Fasern erhalten sich auch in concentrir
Essigsäure unverändert. Es ist bemerkenswerth, daß zugleich m
der Entwickelung der Fasern die Kerne der Knorpelzellen größ
tentheils in Fett umgewandelt werden, so daß beide Processe i
einer gewissen Beziehung zu stehen scheinen. Knorpel, welche nie
faserig werden, haben auch niemals fetthaltige Cytoblasten. M
der Neigung zu Faserbildung scheint aber auch die Neigung z
Verknöcherung verwandt zu seyn; die Knorpel, deren Grundsubst
in Fasern zerfällt, sind zugleich diejenigen, welche im Alter a
gewöhnlichsten verknöchern; wogegen ich in den Knorpeln, welc
niemals ossificiren, wie die Gelenkknorpel und die Knorpel der Na
auch niemals eine Spur von Faserung angetroffen habe[1]. Di
Fasern muß man nicht verwechseln mit einer Art undeutliche
blasser paralleler Streifung, die auf eine Schichtung der homogen
Grundlage zu deuten scheint. Der Abstand dieser Streifen vo
einander ist viel breiter. Ich sah sie an zum Theil verknöcherte
Rippenknorpeln, und werde im folgenden Abschnitte darauf z
rückkommen[2].

1 Die perpendiculären Fasern, welche Meckauer (a. a. O. p. 10. i
Gelenkknorpel des Oberschenkels in der Nähe der Insertion des Ligamentu
teres fand, scheinen Bindegewebefasern zu seyn und entweder der Ge
haut oder dem genannten Ligament anzugehören.

2 Nach Krause (Anat. 2. Aufl. I, 80) besteht die Intercellularsubstan
der ächten Knorpel aus dicht aneinander gedrängten, rauhen, jedoch nicht g
nulirten Fibrillen, er setzt in Parenthese hinzu „oder Lamellen", von 0,
Durchmesser, welche von einer breiten Fläche des Knorpels zur anderen gerade

Zu den eigentlichen **Faserknorpeln** gehören die Ligamenta intervertebralia, die Synchondrosen, die Knorpel des Ohres, die Epiglottis, die Santorinischen und Wrisbergischen Knorpel, der Knorpel der Eustachischen Röhre, ferner die Cartilago interarticularis des Sterno-Claviculargelenkes und die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkflächen des Kiefergelenkes [1]. Ein höherer Grad von Biegsamkeit und Elasticität, sowie die mehr oder minder entschiedene gelbe Färbung zeichnet diese Knorpel vor den ächten aus. Ihre Zusammensetzung ist übrigens im Wesentlichen dieselbe und an der Tuba Eustachii und den Zwischenwirbelbändern haben sogar die Fasern stellenweise eine große Aehnlichkeit mit den minder deutlich entwickelten Fasern in der Grundsubstanz der eben beschriebenen ächten Knorpel. Sonst sind die Fasern der Faserknorpel in der Regel viel dunkler, rauher und stärker. In der Tuba Eustachii, dem Zwischenwirbelbändern, dem Ueberzuge des Kiefergelenkes, in der Symphysis ossium pubis und in dem Zwischengelenkknorpel des Schlüsselbeingelenkes laufen sie noch ziemlich parallel, in den Zwischenwirbelbändern und der Symphyse der Schambeine, wie es scheint, senkrecht von der einen der einander zugekehrten Knochenflächen zur anderen, in dem Ohrknorpel und der Epiglottis (Taf. V. Fig. 7. a a) sind sie häufig im Winkel gebogen, wie verfilzt und nur selten auf längere Strecken einzeln zu verfolgen. Die Zellen der Faserknorpel sind von ihrer faserigen Grundsubstanz leichter zu trennen, als von der homogenen Grundsubstanz der ächten Knorpel, fallen leicht aus den Lücken heraus, in welchen sie liegen, oder lassen sich durch einen mäßigen Druck herauspressen. Auch diese Zellen sind bald einfach mit einfachem Kerne (Fig. 7, A. B), bald enthalten sie mehrere Kerne (C) oder Kerne mit Zellen. Fetthaltige Zellenkerne und Zellen kommen vor und zwar viel häufiger, als in den ächten Knorpeln. Zwei eigenthümliche Bildungen der Zellen habe ich, vielleicht durch Zufall, bis jetzt nur in den Faserknorpeln

leicht wellenförmig gebogen verlaufen. Man erkennt sie nicht auf Schnitten anderer Richtung. Ich würde vermuthen, daß diese Fibrillen in der That den eben erwähnten Durchschnitten von Schichten entsprächen, wenn nicht bei Krause die Bemerkung folgte, daß sie am deutlichsten in den Gelenkknorpeln seien. In diesen kann ich aber weder Fasern, noch Streifen erkennen.

[1] Mit Unrecht behauptet Meckauer (a. a. O.), daß diesen Flächen der knorpelige Ueberzug gänzlich fehle. Er ist aber in der That sehr dünn und kann nur durch Abschaben dargestellt werden.

gesehen. In den Ligamenta intervertebralia fand ich einigemal rundliche Zellen mit dem gewöhnlichen, excentrischen Zellenkerne, welche mit einer in concentrischen Schichten abgelagerten Substanz gefüllt schienen; es liefen dem äußeren Rande concentrische Streifen, einer vom anderen eingeschlossen, fast bis zum Mittelpunkte der Zelle. Ferner traf ich in der Epiglottis große ovale und runde Zellen, bis zu 0,015‴ im längsten Durchmesser stark, welche nur noch im Innern eine schmale, längliche Höhlung zeigten (Taf. V. Fig. 8. a), von der aus nach allen Seiten sich feine, ästige Canäle bis fast zur Oberfläche erstreckten. Die Zellenwand mußte sich hier so weit verdickt und bei dem Ansatze neuer Substanz die Lücken gelassen haben, welche als Canäle erschienen. Einige hatten eine Spur von Cytoblasten an einer Stelle der Oberfläche (b), während der dunkle Fleck (a), der auf den ersten Blick für den Kern gehalten werden konnte, deutlich im Innern der Zelle lag. Die Aehnlichkeit der von ihm ausgehenden Canälchen mit den Porencanälen der Pflanzenzellen springt in die Augen; besonders wichtig aber wird dies Factum sich für die Erklärung der sogenannten Knochenkörperchen und der kalkführenden Canäle in den Knochen zeigen.

In dem Verhältnisse der faserigen Grundsubstanz zu den Zellen giebt es auch bei den Faserknorpeln manche Verschiedenheiten. Die Grundsubstanz herrscht vor in den Zwischengelenkbändern, besonders im äußeren Umfange derselben; hier erscheinen in einer Menge paralleler Fasern oft nur wenige Zellen, meist in rundlichen Haufen zusammenliegend; im Ohrknorpel dagegen giebt es Stellen, wo die Fasern nur ein feines Netzwerk zur Aufnahme der Zellen bilden; die Zellen liegen einzeln und haben einen mittleren Durchmesser von 0,0058‴, ovale Zellen messen im längsten Durchmesser bis 0,008‴. Der Kern ist nur in wenigen deutlich, körnig oder fetthaltig und hat 0,0035‴ Durchmesser. Die Balken zwischen den Zellen sind nur 0,0018—0,005‴ breit. An den dünnsten Theilen des Ohrknorpels herrschen die Zellen noch mehr vor, in der menschlichen Epiglottis endlich sind die Zellen, auch wenn sie sich nicht in einer gemeinsamen Mutterzelle befinden, nicht einmal einzeln durch Brücken der Grundsubstanz geschieden, sondern liegen oft in größeren Haufen dicht zusammen [1].

1 Die sogenannte faserknorpelige Masse, welche die Lücken zwischen Keil-, Felsen- und Hinterhauptsbein an der Basis des Schädels ausfüllt, ist gleich den früher beschriebenen Bandscheiben mit Unrecht zu den Knorpeln gezogen worden und besteht aus reinem Bindegewebe.

Die Fasern der eigentlichen Faserknorpel sind von Bindegewebefasern sehr verschieden und es ist daher unter den hier zusammengestellten Knorpeln keiner, der, wie man häufig von den Faserknorpeln annahm, als eine Mittelstufe zwischen Knorpel und Bindegewebe angesehen werden dürfte. Dennoch kommen an einigen wenigen Stellen solche Mittelstufen vor. Schon in den dünnen Bindegewebeschichten der Synovialhaut, welche die Gelenkflächen überzieht, sieht man immer hier und da Knorpelzellen eingestreut, in der Cartilago interarticularis des Sterno-Claviculargelenkes durchziehen einzelne Bindegewebebündel die Substanz des Faserknorpels. Von der anderen Seite begegnet man einzelnen Knorpelzellen in der Bandscheibe des Unterkiefergelenkes, wo also, wenn man die Knorpelzellen für das Wesentliche hält, die Intercellularsubstanz gleichsam durch Bindegewebe verdrängt seyn würde.

Eine chemische Untersuchung der einzelnen Bestandtheile des Knorpels ist noch nicht unternommen worden; dennoch scheinen die Zellen eine von der Grundsubstanz verschiedene Zusammensetzung zu haben. Die ganzen Knorpel, in heißem Wasser gekocht, lösen sich auf zu Chondrin. Untersucht man dieselben, ehe die Masse völlig aufgelöst ist, so findet man die Zellen noch unverändert [1]; hieraus folgt, daß die Zellen durch Kochen entweder nicht oder doch viel langsamer verändert werden, als die Grundsubstanz. Die ächten Knorpel, in welchen die letztere den Hauptbestandtheil ausmacht, lösen sich daher schon nach 15—18stündigem Kochen vollständig zu gelatinirendem Chondrin; die Faserknorpel, in welchen die Zellen der Masse nach überwiegen (Ohrknorpel, Epiglottis) liefern erst nach 48stündigem Kochen eine geringe Menge von Extract, welches nicht gelatinirt, sich indeß in seinen Reactionen ganz wie Chondrin verhält [2]. Dasselbe findet statt bei den Knorpeln des Fötus, welche noch größtentheils aus Zellen bestehen. Im Magensafte schwellen zuerst die Zellen an und trennen sich von der körnigen Grundsubstanz, dann lösen sie sich auf und lassen nur die Cytoblasten zurück, welche mit anderen kleinen Kügelchen als Flocken zu Boden sinken [3].

Die Faserknorpel mit geringer Zahl von Zellen, wie die Zwi-

[1] Meckauer, a. a. O. p. 4.

[2] J. Müller, Poggend. Ann. XXXVIII, 314.

[3] Wasmann, De digestione. p. 28.

schenwirbelbänder, scheinen noch nicht untersucht zu seyn. Müller führt zwar an, daß die Faserknorpel, wozu er nebst den Bandscheiben der Gelenke und dem Tarsus auch die Zwischenwirbelbänder rechnet, erst nach längerem Kochen Leim, und zwar gewöhnlichen Leim geben. Es gründet sich aber dieser Ausspruch allein auf die Untersuchung der Cartilagines interarticulares des Kniegelenkes, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet sind. Das aus den Knorpeln gewonnene Chondrin ist trübe, vielleicht durch die unaufgelösten Zellen oder Kerne. Mit kaltem Wasser ausgezogen, liefern die Knorpel dieselben extractartigen Materien, wie das Fleisch mit Ausnahme des Färbestoffes. Die unorganischen Bestandtheile des Knorpels, welche nach Fromherz und Gugert[1] in den Rippenknorpeln eines 20jährigen Mannes 3,402% ausmachten, enthielten in 100 Theilen:

Kohlensaures Natron .	35,068
Schwefelsaures Natron	24,241
Chlornatrium . . .	8,231
Phosphorsaures Natron	0,925
Schwefelsaures Kali .	1,200
Kohlensauren Kalk . .	18,327
Phosphorsauren Kalk .	4,056
Phosphorsaure Talkerde	6,908
Eisenoxyd (und Verlust)	0,999

Bei einer 63jährigen Frau enthielt die Asche derselben Knorpel dieselben Materien in geringerer Menge, jedoch überstieg die Menge des phosphorsauren Kalkes die des kohlensauren. Den Gehalt an Schwefelsäure leitet Berzelius von der Verbrennung des Schwefelgehaltes im Knorpel her. ⅔ der Knorpelsubstanz ist Wasser (Chevreul). Beim Trocknen werden die Knorpel durchscheinend, aber nicht so gelb wie Sehnen. Die Zwischenwirbelbänder verhalten sich ähnlich den ächten Knorpeln (Bichat). Sie haben wenig Neigung zu faulen.

Die meisten Knorpel sind gefäßlos. Die Gelenkknorpel stehen an der angewachsenen Fläche mit dem gefäßreichen Knochen in Berührung, an der freien Oberfläche werden sie von der Synovialhaut überzogen, in deren Bindegewebe sich noch bei dem Neugeborenen und zuweilen auch bei Erwachsenen Gefäße vom Rande aus eine

1 Schweigger's Journ. L, 187.

Strecke weit verfolgen und durch Injection sichtbar machen lassen. Vielleicht bedecken sie anfangs die ganze Oberfläche und obliteriren später gegen den Rand hin, von welchem aus die Synovialhaut sich auf das Kapselband hinüberschlägt. Aber weder vom Knochen, noch von der Synovialhaut aus dringen beim Erwachsenen Aeste in den Knorpel ein. An den selbstständigen ächten Knorpeln wird die freie Oberfläche von einer Haut aus festem Bindegewebe, dem Perichondrium überzogen. In diesem verbreiten sich Gefäße und schicken auch an einigen stärkeren Knorpeln sparsame Aeste in die Substanz des Knorpels. Dies ist namentlich bei den Knorpeln der Rippen in erwachsenen Körpern der Fall[1]. Von ihrer concaven Oberfläche gehen Canäle meist quer nach der Mitte und verlaufen dann ein Stück in der Axe der Knorpel. E. H. Weber, der dies anführt[2], hält die Canäle, die sich durch ihre rothe Farbe auszeichnen, nicht für Blutgefäße, sondern für eine Art Markröhren, an deren Wänden erst sich das Blut in feineren Arterien und Venen vertheile. An verknöchernden Rippen alter Personen finde ich eine sehr deutliche centrale Markhöhle mit reichlichen Blutgefäßen. Bei kleinen Kindern sah Bruns bei übrigens wohlgelungener Injection niemals Blutgefäße aus dem Perichondrium in die Substanz der Knorpel eindringen[3]. Unter den Faserknorpeln sollen die Synchondrosen des Beckens, wenigstens während der Schwangerschaft, Gefäße haben und durch Aufnahme von Blut turgesciren.

Man kennt keine Nerven in den Knorpeln; auf Reizung derselben erfolgen keine Zeichen des Schmerzes[4].

Physiologie.

Bei den jüngsten Säugethierembryonen, welche in Bezug auf die Entwickelung der Knorpel untersucht wurden (Schweinsembryonen von 3½″ Länge), ist die Intercellularsubstanz weich, so daß die Zellen bei geringem Drucke auseinander fallen, und die Zellen liegen so dicht, daß der von ihnen eingenommene Raum zur Inter-

1 Lauth (*Manuel de l'anatomiste. p. 18*) hat dieselben injicirt.

2 Meck. Arch. 1827. S. 237.

3 Allg. Anat. S. 217.

4 Dörner, De gravioribus quibusdam cartilaginum mutationibus. Tubg. 1798. 8.

cellularsubstanz sich ungefähr verhält, wie 3:1. Die Zellen enthalten eine klare Flüssigkeit innerhalb einer schwachkörnigen Wandung und einen ovalen oder runden, nicht platten Cytoblasten. Nach Behandlung mit Essigsäure läßt sich zuweilen selbst an den Zellen, die in der Intercellularsubstanz eingeschlossen sind, der doppelte Contour und somit die Dicke der Zellenwand unterscheiden[1]. Die Intercellularsubstanz ist um diese Zeit offenbar der Rest eines Cytoblastems, welches wahrscheinlich vor den Zellen vorhanden und in der Begrenzung vorhanden war, wie sie später der Knorpel zeigt. Dafür sprechen die allgemeinen Entwickelungsgesetze und besonders noch der Umstand, daß die Intercellularsubstanz den Rand des Knorpels bildet und selbst über die äußersten Zellen noch mit einem dünnen Ueberzuge sich hinzieht[2]. Wie in dem Cytoblastem die ersten Zellen zu Stande kommen, ist nicht bekannt. An denjenigen, welche sich in späteren Perioden, während der Knorpel wächst, neu erzeugen, scheint zuerst der Kern vollendet zu werden; denn man sieht reife Kerne theils nackt, theils von engen und weiten Zellen umgeben. In der Chorda dorsalis der Fische und Froschlarven sah indeß Schwann junge Zellen, die keinen Kern oder statt desselben nur ein kleines, dem Kernkörperchen ähnliches Körperchen hatten[3]. Der Kern selbst schlägt sich entweder als körnige Masse um das primär gebildete Kernkörperchen nieder (s. oben S. 153) oder er wird aus gleichartigen Körnchen zusammengesetzt, in welchem Falle das Kernkörperchen fehlen kann (Taf. V. Fig. 6, B. f). Wie in anderen Geweben wächst der Kern eine Zeitlang noch mit der Zelle, dann nimmt diese rascher an Umfang zu, und sondert sich zugleich bestimmter in Hülle und Inhalt.

In der Chorda dorsalis und einigen anderen Knorpeln bei Fischen und Reptilien dehnen sich die Zellen zuweilen in dem Maaße aus, daß sie aneinander stoßen, die Intercellularsubstanz ganz verdrängen oder doch nur sehr kleine Räume zwischen sich lassen[4].

1 Schwann, Mikrosk. Unters. S. 114. Die hier mitgetheilten Beobachtungen sind an Knorpeln gemacht, welche später in Knochen umgewandelt werden. Bis zu einem gewissen Zeitpunkte ist indeß die Entwickelung des ossificirenden und des bleibenden Knorpels dieselbe.

2 Schwann, a. a. O. S. 112.

3 a. a. O. S. 15.

4 Ebendas. S. 14. 17.

Bei den höheren Wirbelthieren werden, während die Zellen an Größe zunehmen, auch die Brücken der Intercellularsubstanz zwischen denselben breiter. Außer der Vergrößerung der Zellen trägt die Vermehrung derselben und die Vermehrung der Intercellularsubstanz zum Wachsen des Knorpels bei. Beide Processe sind in doppelter Weise denkbar.

1. Neue Zellen können sich bilden a. entweder innerhalb der alten oder b. zwischen denselben, in der Intercellularsubstanz. Das Letztere beobachtete Schwann[1] an den Kiemenknorpeln der Fische und der jungen Larven von Pelobates fuscus; die neuen Zellen entstehen in größter Menge in der äußersten Schicht des Knorpels, jedoch auch zwischen den jüngst gebildeten Zellen. Ihre Form richtet sich nach dem Raume, der zu ihrer Ausdehnung disponibel ist. Zeugung von Zellen in Zellen wurde nachgewiesen in der Chorda dorsalis, in den Kiemen- und Schädelknorpeln der Froschlarven. Gewöhnlich liegen in einer primären Zelle eine bis drei junge Zellen von verschiedener Entwickelungsstufe, die sich zuweilen durch Mangel an Raum gegeneinander abplatten. In einigen jungen Zellen kommt sogar ein zweiter etwas blasserer Kern vor, vielleicht der Anfang einer dritten Generation[2]. Die oben mitgetheilten anatomischen Thatsachen lehren, daß die endogene Entwickelung der Zellen in den permanenten Knorpeln des Erwachsenen noch fortdauert. Nach Meckauer[3] ist sogar die Einschachtelung der Zellen beim Erwachsenen deutlicher zu sehen, als beim Fötus und Neugeborenen. Ob die Production endogener Zellen zur Vergrößerung der Knorpel beitrage, ist deshalb zweifelhaft und es sind darüber mancherlei Vermuthungen möglich. Da in den reifen Knorpeln die Zellen oft in Gruppen von 2—4 zusammen liegen, so ließe sich annehmen, daß 2—4 in einer Zelle erzeugte Tochterzellen nach und nach die Mutterzelle ausfüllen, verdrängen, selbstständig werden, daß alsdann Streifen von Intercellularsubstanz zwischen ihnen entstehen und nun jede der neuen Zellen selbst wieder in ihrem Innern junge Zellen bilde u. s. f., bis der Knorpel das Ziel seiner typischen Entwickelung erreicht hätte. Man nehme an, daß in einer Mutterzelle (Taf. V. Fig. 7, C) zwei Kerne entstehen; bildet sich

1 a. a. O. S. 111.

2 Schwann, a. a. O p. 14. 23. 29.

3 a. a. O. p. 3.

um jeden eine Zelle, so hätte man nach Resorption der Wand der Mutterzelle zwei Zellen, wie in D, die durch Bildung neuer Intercellularsubstanz zwischen denselben gesondert würden (B). Der Gang kann aber auch gerade umgekehrt seyn; es kann seyn, daß die schmale Brücke von Intercellularsubstanz zwischen zwei Zellen (B) resorbirt wird, die Zellen aneinander stoßen (D) und zuletzt durch Zerstörung der Scheidewand zu einer Zelle mit mehreren Kernen (C) verschmelzen. Endlich läßt sich die Ansicht aufstellen, daß die Gruppirung der Zellen innerhalb der Grundsubstanz mit der endogenen Zeugung in gar keiner Beziehung stehe, daß sowohl die Höhlen, als die Brücken der Intercellularsubstanz von Anfang an constant und die Tochterzellen nicht bestimmt seyen, selbstständige Knorpelhöhlen zu bilden, sondern in ihrer Mutterzelle werden und vergehen. Von den Knorpelzellen mit mehreren Kernen (Fig. 6, B. c. Fig. 7, C) muß es eben so unentschieden bleiben, ob der eine Kern der ursprünglichen Zelle, der andere einer neu zu bildenden angehöre oder ob beide Kerne die Grundlagen neuer Zellen in einer bereits kernlosen Mutterzelle seyen, oder ob jeder Kern vordem seine besondere getrennte Zelle gehabt habe. An Höhlen ächter Knorpel, welche junge Zellen einschließen, habe ich niemals einen Kern gesehen, auch wenn ihre Wände noch deutlich von der Intercellularsubstanz gesondert waren; er mag in früherer Periode resorbirt worden seyn.

2. Die Vermehrung der Intercellularsubstanz findet statt a. unmittelbar, z. B. durch Auflagerung neuer Schichten an der Oberfläche bei der Vergrößerung der Knorpel, b. mittelbar oder, richtiger gesagt, scheinbar, dadurch daß die Zellenwände sich verdicken, entweder auf Kosten der Zellenhöhle oder bei gleichzeitiger Ausdehnung der letzteren, und daß die verdickten Zellenwände mit der Intercellularsubstanz verschmelzen. Die Höhlen, welche im letzteren Falle übrig bleiben, sind von der Intercellularsubstanz alsdann nicht mehr durch membranöse Wände geschieden, sondern bloße Lücken der Grundsubstanz. Zellen mit verdickten Wänden beobachtete Schwann[1] in der Chorda dorsalis der Fische. Daß die Verdickung durch schichtweise Apposition und unter Bildung von Porencanälchen stattfinden könne, habe ich an den menschlichen Faserknorpeln nachgewiesen. An den Spitzen der Kiemenstrahlen

[1] a. a. O. S. 16.

eines Fisches sah Schwann die Zellenhöhlen durch feine Scheidewände getrennt; weiter gegen die Wurzel hin wurden die Zwischenwände der Zellenhöhlen immer dicker und die Höhlen kleiner. Man unterschied, daß die Zwischensubstanz der Zellenhöhlen aus den besonderen Wänden der aneinanderstoßenden Zellen gebildet war. Jede Zellenhöhle zeigte sich nämlich mit einem dicken Ringe, ihrer eigenthümlichen Wand umgeben, nach außen zwischen diesen Ringen blieben drei- oder viereckige mit einer gleichen Substanz ausgefüllte Zwischenräume, entsprechend der ursprünglichen Intercellularsubstanz. Der Wurzel noch näher hörte die Unterscheidbarkeit der besonderen Wände größtentheils oder ganz auf und es blieb nur das Ansehen einer homogenen Substanz mit getrennten Höhlen übrig [1]. Um einzelne dieser Höhlen war noch ein feiner Ring geblieben, den Schwann als Spur der ursprünglichen Zellenwand ansieht; er schien ihm zu fein, als daß die ganze Zwischensubstanz von den Zellenwänden allein gebildet seyn könnte, und deshalb nimmt Schwann an, daß die Intercellularsubstanz sich gegen die Wurzel des Kiemenstrahles vermehre und die gegenseitige Berührung der Zellenwände hindere. Ich glaube aber, daß sich aus denselben Thatsachen ein anderes Resultat ziehen läßt. Was Schwann an der Wurzel des Kiemenstrahles für die ganze Zellenwand nimmt, war nur die jüngst abgelagerte Schicht im Innern der Zellenhöhle, während die älteren Schichten nebst der ursprünglichen Wand bereits untrennbar mit der Intercellularsubstanz und unter sich verschmolzen waren. Wie hätten sonst die Zellenhöhlen immer kleiner werden sollen? Eine Neubildung von Intercellularsubstanz im Innern des Knorpels ist also durch diese Beobachtungen nicht bewiesen, dagegen scheinen sie für eine schichtweise Verdickung der Zellenwände zu sprechen. Der Zellenkern, welcher anfangs außen auf der verdickten Zellenwand sich befindet, muß vor der Verschmelzung der Zellenwände mit der Intercellularsubstanz resorbirt worden seyn. Die Vermehrung der Intercellularsubstanz durch Verdickung der Zellenwände scheint bei den Faserknorpeln gar nicht, bei den ächten, permanenten Knorpeln nur selten vorzukommen, da hier die Knorpelhöhlen meistens ihre gesonderten Wände behalten; sie ist dagegen ganz gewöhnlich bei den verknöchernden Knorpeln, wie im folgenden Abschnitte weiter ausgeführt werden soll.

1 a. a. O. S. 18.

In der Intercellularsubstanz, sey sie primär oder aus den verdickten Zellenwänden selbst entstanden, erzeugen sich Fasern durch einen nicht weiter zu erörternden Proceß, der aber mit der Bildung der Bindegewebe= und anderer Fasern aus Zellen nichts gemein hat. Zu keiner Zeit, auch nicht beim ersten Beginn der Faserbildung sind denselben entsprechende Zellen oder Kerne sichtbar. Es versteht sich, daß hier diejenigen Knorpel ausgenommen werden, in welchen die Knorpelzellen mit ächten Bindegewebefasern untermischt liegen.

Die knorpeligen Ueberzüge der Gelenke sind anfangs von dem Theile des Knochenknorpels, welcher knöchern wird, nicht getrennt. Während der Verknöcherung liegt zwischen dem Knorpel und dem bereits vollendeten knöchernen Theile eine ansehnliche Schicht von Gefäßen und es ist leicht, beide Theile zu trennen. Beide haben unebene Oberflächen, Hervorragungen und Vertiefungen, durch welche sie ineinander greifen. In dem Maaße, als die Verknöcherung gegen die Epiphysen vorschreitet, verschwindet die Gefäßschicht und wird die Adhäsion inniger[1]. Noch beim Neugeborenen treten ziemlich weite, aber wenig verzweigte Canäle mit Blutgefäßen von der äußeren und von der durch die Gelenkhaut überzogenen Oberfläche in den Knorpel ein, so tief, daß sie den verknöchernden Knochenkern der Epiphyse erreichen[2]. Die Synchondrosen des Beckens entstehen nach Meckel, Seiler und E. H. Weber[3] aus knorpeligen Ueberzügen der einander zugewandten Knochen. Beim Neugebornen trennt ein häutiges, undurchsichtiges, dünnes Blatt die Knochen beider Schambeine.

Wenn die Bildung des Knorpels vollendet ist, so ziehen sich die Gefäße aus demselben zurück und im Erwachsenen geschieht die Ernährung nur von den Gefäßen des anstoßenden Knochens und des Perichondriums aus, vielleicht bei den Gelenkknorpeln auch unmittelbar aus der Synovialflüssigkeit, die aus den Gefäßen des freien Theiles der Synovialhaut und der sogenannten Havers'schen Drüse stammt. Die Aufnahme des Plasma erfolgt also durch Tränkung und dabei scheinen die Knorpelhöhlen von besonderem Nutzen zu sein. Die Intervertebralbänder schwellen, wenn sie in Wasser liegen, in der Mitte mehr auf, als an den Rändern, wo die Zahl der Zellen

1 *Bichat, Anat. gén. III, 192.*

2 E. H. Weber, Meck. Arch. 1827. S. 235.

3 Ebendas. S. 238.

geringer ist. Bekanntlich röthen sich oft die macerirten Knorpel durch Imbibition von Blutroth, und die Röthung ist um so intensiver, je mehr die Zellen im Verhältniß zu der Grundsubstanz überwiegen, am bedeutendsten in den Knorpeln des Fötus. Führt das Blut, im lebenden Körper, abnorme färbende Bestandtheile, z. B. Gallenpigment, so dringen auch diese in den Knorpel ein, er wird deshalb gelb in der Gelbsucht (Bichat). Da die Knorpel gefäßlos sind, so sind sie keiner Art von Krankheit fähig, welche in abnormer Blutbewegung begründet ist, keiner Entzündung oder Hypertrophie; aus demselben Grunde, da sie der Gefäße nicht bedürfen, werden sie von Druck nicht so leicht atrophisch, wie die Knochen. Bei einem Aneurysma, welches durch Druck auf die Wirbelsäule die Wirbelkörper zerstört, erhalten sich die Ligamenta intervertebralia lange Zeit unverändert. Atrophisch werden die Knorpel nur dann, wenn die Zufuhr des Blutes in den Geweben, aus deren Gefäßen sie ihre Nahrung erhalten, unterbrochen ist; die Knorpel kranker, namentlich entzündeter Gelenke werden daher, wie durch Maceration zerstört, rauh, dann wie angefressen, endlich aufgelöst[1]. Nur wenn die Knorpel in Knochen übergehen, bilden sich Blutgefäße in der Substanz derselben; dies geschieht bei den ossificirenden Knorpeln regelmäßig, bei anderen, z. B. dem Schildknorpel und den Rippenknorpeln, ist es im höheren Alter sehr gewöhnlich, andere, namentlich die Gelenkknorpel, verknöchern niemals und es scheint, daß der Ankylose jedesmal eine Zerstörung der knorpeligen Gelenküberzüge vorangehen müsse.

Die Knorpelsubstanz regenerirt sich nicht. Nach Brüchen derselben findet keine Exsudation statt; die Vereinigung geschieht nur unvollkommen und hauptsächlich durch Verwachsen der bindegewebigen Ueberzüge[2]. Dagegen ist accidentelle Neubildung von Knorpelsubstanz eine sehr häufige Erscheinung, wenn auch nicht Alles, was man als knorpelartige Massen zu bezeichnen pflegt, den Charakter wahrer Knorpelsubstanz haben mag. Knorpelbildung scheint oft, obgleich nicht immer, den Verknöcherungen voranzugehen, z. B. in den serösen Ueberzügen der Eingeweide[3]. In fibrösen und anderen

1 Dörner, a. a. O. Schumer, De cartilaginum articularium ex morbis mutatione. Groning. 1836. *Gerdy, Arch. gén. 1836. Févr.*

2 Die betreffenden Beobachtungen sind gesammelt von E. H. Weber, Hildebr. Anat. I, 305.

3 Bichat, a. a. O. *p. 198.*

Geschwülsten entwickeln sich nicht selten einzelne Kerne von Knorpelsubstanz, die später verknöchern; Knorpelmassen entstehen an der äußeren Seite der Synovialhäute, dringen als gestielte Geschwülste in die Gelenkhöhle vor und und fallen endlich frei in dieselbe. Eine Geschwulst, welche in den mikroskopischen und chemischen Charakteren dem Knorpelgewebe ähnlich ist, hat J. Müller unter dem Namen Enchondrom beschrieben[1].

Der Nutzen der Knorpel beruht in der eigenthümlichen Verbindung von Festigkeit und Elasticität, wodurch sie weichen Theilen zur Stütze dienen und doch gewisse Bewegungen, durch Muskeln oder äußeren Druck, gestatten. Die Synchondrosen bilden sehr feste und doch etwas compressible und ausdehnbare Verbindungen der Knochen, die Gelenkknorpel mäßigen den Druck, dem die Knochenflächen ausgesetzt sind.

Einzelne Verschiedenheiten im Baue der Knorpel niederer Wirbelthiere, namentlich das Verhältniß der Zellen zur Grundsubstanz betreffend, wurden schon gelegentlich mitgetheilt. Vgl. J. Müller, Poggend. Ann. XXXVIII. S. 337 ff.

Die Skeletknorpel wirbelloser Thiere, z. B. der Sepien, sind mikroskopisch noch nicht untersucht. Aus dem Kopfknorpel von Loligo erhielt J. Müller keine leimartige Materie. Manche andere Gebilde zählt man wegen ihrer Härte und ihres äußeren Ansehens den Knorpeln bei, z. B. die Kiefer der Gasteropoden, der Liebespfeil derselben, die Schließbänder der zweischaligen Muscheln u. dgl., ob mit Recht, müssen mikroskopische und chemische Untersuchungen erst entscheiden.

So bequem das Knorpelgewebe sich für die mikroskopische Beobachtung zubereiten läßt und so leicht die Fasern und Zellen darzustellen sind, so ist doch der mikroskopische Bau desselben bis in die neueste Zeit nicht nur unentdeckt, sondern wunderbarer Weise ununtersucht geblieben. De Lasône (*Mém. de l'acad. de Paris. 1752. p. 170)* spricht vom faserigen Baue der Gelenkknorpel, aber er erschließt ihn blos daraus, daß der macerirte Knorpel in Fasern zerfällt, und auf dem Bruche faserig ist, was, wie oben erwähnt, in der Lage und Richtung der Knorpelhöhlen seinen Grund hat. E. H. Weber (Med. Arch. 1827. S. 233) erkannte einen faserigen Bruch auch an den Knorpeln des Kehlkopfes und des Ohres. Krause (Anat. I. 1833. S. 48) sah zwischen parallelen Fasern kleine unregelmäßige Zwischenräume, von welcher Knorpel-

[1] Bau und Formen der krankh. Geschwülste. S. 31.

masse erfüllt, und in dieser runde und plattrunde Canäle von 0,0011—0,0027‴ Durchmesser. R. Wagner (Vglb. Anat. 1834. S. 62) fand an dünnen Schnitten in einer homogenen Masse eine Menge kleiner, runder und eckiger Körnchen von der Größe menschlicher Blutkörperchen. Purkinje machte die erste, hieher bezügliche Beobachtung am Knochenknorpel, nach Extraction der Kalkerde (Deutsch, Oss. struct. 1834. p. 20). Er fand längliche, nach beiden Seiten in Spitzen ausgehende Körperchen, welche seitdem mit dem Namen Knochenkörperchen bezeichnet worden sind. Von der Bedeutung derselben wird im nächsten Abschnitte die Rede seyn, hier will ich nur vorläufig bemerken, daß sie nicht den Knorpelzellen selbst, sondern den Lücken entsprechen, welche nach Verschmelzung der verdickten Zellenwände mit der Intercellularsubstanz übrig bleiben. Valentin (Entwickelungsgesch. 1835. S. 265. Hecker's N. Ann. II. 71) identificirt damit unter dem Namen von Knorpelkörperchen oder Knorpelkörnern die Höhlungen des Knorpels, welche eine mehr rundliche Form haben, in ihrer Mitte mehrere Knorpelkörnchen enthalten und bald einzeln, bald zu zweien und mehreren gruppirt seyen. In der Zwischensubstanz des Knorpels erkannte er Fasern, welche bisweilen die Knorpelkörner verdrängen. W. u. F. Arnold (Tiedemann u. Trevir. Ztschr. V. Hft. 2. 1835. S. 227) fanden in einer aus Kügelchen bestehenden Grundsubstanz Räume von rundlicher oder eckiger Form und in denselben Häufchen von Bläschen von verschiedener Größe, welche zum Theil Fettbläschen zu seyn schienen. Im Schildknorpel eines 40jährigen Mannes bemerkten sie faserige Stellen, welche beginnende Verknöcherung zu seyn schienen. Fasern beobachtete auch Miescher (Infl. oss. 1836. p. 26) im Innern der Rippenknorpel. Meckauer (Cart. structura. 1836) gab unter Purkinje's Anleitung eine vollständige und genaue Beschreibung sämmtlicher Knorpel des menschlichen Körpers. Unter dem Namen Acini begreift er sowohl die Höhlen, als die eingeschlossenen Zellen und die Zellenkerne des Knorpels. Er bemerkte bereits, daß die Haufen der Acini, von denen einige kleinere Acini enthalten, ebenso wieder in einer gemeinsamen Hülle enthalten seyen. Der centrale Acinus könne ein Bläschen seyn, mit einer öligen Substanz gefüllt. Daß aber die Acini nicht bloße Aushöhlungen des Knorpels seyen, bewies er, wie schon vorher Miescher, aus dem Vorragen derselben am Schnittrande. Die Bedeutung dieser Acini und eine Einsicht in die Verhältnisse derselben zur Grundsubstanz, sowie ihrer einzelnen Theile zu einander eröffnete sich aber erst durch die oben mitgetheilten Untersuchungen von Schwann über die Entwickelung des Knorpelgewebes.

Es ist interessant, noch einen Blick auf die Classification der Knorpel zu werfen und namentlich die verschiedenartigen Bedeutungen durchzugehen, welche der Name Faserknorpel erhalten hat. Schon Galen unterschied von den Bändern eine Classe als νευροχονδρωδες συνδεσμοι wegen ihres knorpeligen Ansehens; ihm folgten Vesal und Weitbrecht, während Haase (De fabrica cartilaginum. 1767) dieselben Bänder als eine Varietät der Knorpel, Cart. ligamentosae, anführt. Bichat vereinigte zuerst diese knorpelartigen Sehnen mit den Zwischengelenkknorpeln und den Knorpeln der Sinnesorgane und der Trachea zu einem eigenen Systeme (Tela fibrocartilaginosa), welches

zwischen dem cartilaginösen und fibrösen Gewebe in der Mitte stehe und Knorpelsubstanz in einem fibrösen Gewebe gleichsam eingestreut enthalte. Die Neuern folgen größtentheils dieser Ansicht, und sind nur über die Theile, welche zu diesem Systeme zu zählen seyen, verschiedener Meinung, sowie sie das Faserknorpelgewebe bald mit dem fibrösen Gewebe, bald mit dem eigentlichen Knorpelgewebe als Gattungen Einer Classe coordiniren. Béclard zog den Tarsus, Ohr- und Nasenknorpel, die Epiglottis und die Trachealringe wieder zum eigentlichen Knorpelgewebe (Cartilages membraniformes). In der Classe der Faserknorpel blieben demnach die Zwischenwirbelbänder, Symphysen, die Zwischengelenkknorpel, die Labra cartilaginea und die Sehnenrollen. Miescher erklärte diese Theile für eigentlich fibrös und trennte sie gänzlich von den Knorpeln; diese aber brachte er in zwei Abtheilungen, ächte, den officinellen ähnliche Knorpel mit Knorpelkörperchen, und spongiöse oder gelbe Knorpel (Ohrknorpel, Epiglottis); die letzten bestånden aus einem Netz, dessen Maschen von einer homogenen Substanz ausgefüllt würden und zuweilen ein rundliches oder längliches Körperchen enthielten. Meckauer rechnet auch noch den Tarsus zu den gelben Knorpeln. Er erkannte die Identität der Zellen des spongiösen Knorpels und der Knorpelkörperchen. Gegen Miescher behauptet er aber die Existenz der Knorpelkörperchen in den Faserknorpeln. Er fand dieselben in den Zwischenwirbelbändern und glaubt sie in den halbmondförmigen Knorpeln des Kniegelenkes gesehen zu haben, wahrscheinlich durch die Epitheliumblättchen der Synovialhaut getäuscht, welche über der Bandschicht liegen. J. Müller (Archiv. 1837. S. XLII.) macht auf die chemische Differenz der Knorpel und Faserknorpel aufmerksam, da jene Chondrin, diese Leim geben und sich wie Sehnen verhalten, giebt aber die Entwickelung von Knorpelsubstanz in den Faserknorpeln, als etwas Zufälliges, zu, da sich auch in eigentlichen Sehnen Knorpel bilden können. Zu chemischen Untersuchungen wurden aber Zwischengelenkknorpel benutzt, welche allerdings nur Sehnen sind. Der Tarsus scheint ihm unter die Faserknorpel zu gehören. Gerber (Allg. Anat. S. 96) führt Miescher's ächte Knorpel als Zellenknorpel, dessen gelbe Knorpel als Netzknorpel auf; die Faser- oder Fadenknorpel handelt er beim Bindegewebe ab, da sie hauptsächlich aus elastischen Fasern bestehen.

Es war aber unmöglich, über die Stellung der Faserknorpel zu einer richtigen Ansicht zu gelangen, so lange in dieser Abtheilung Organe von so heterogenem Baue zusammengeworfen waren. Lauth ist der Einzige, welcher auf die Verschiedenheit der Fasern aufmerksam machte (*Manuel de l'anatomiste. 1835. p. 14*). Die einen, sagt er, seyen parallel, glatt, den Sehnenfasern ähnlich, die anderen gewunden, rauh, vielleicht aus Kügelchen zusammengesetzt. Die Fasern der Zwischengelenkbänder sind, wie ich oben gezeigt habe, in Essigsäure unlöslich, die Fasern fast aller übrigen sogenannten Faserknorpel sind wahre Bindegewebefasern. Da nun in den letzteren auch die Knorpelzellen in der Regel fehlen und sie sich chemisch wie Bindegewebe verhalten, so ist kein Grund mehr, sie von den eigentlichen Bändern zu trennen, außer ihre Form. Die Fasern der Zwischenwirbelknorpel dagegen sind nicht Bindegewebe. Sie sind vollkommen gleich den Fasern, welche sich in der Grundsubstanz der wahren

Knorpel bilden können und in den spongiösen Knorpeln Miescher's niemals fehlen. Eher könnte man sie, nach dem Vorgange von Krause (Müll. Arch. 1839. S. CXVI.) ihren chemischen Eigenschaften nach zum elastischen Gewebe rechnen, und die spongiösen, gelben oder Faserknorpel für eine Mittelgattung zwischen Knorpel- und elastischem Gewebe ansehen; da sich indeß in allen Geweben theils aus den Kernen, theils in der Intercellularsubstanz Fasern bilden können, die durch ihr chemisches Verhalten, ihre Farbe, selbst durch ihre Form den elastischen ähnlich sind, da solche Fasern auch in dem wahren Knorpel sich entwickeln, so scheint mir auch diese Stellung der Faserknorpel nicht richtig. Die intermediäre Classe zwischen Bindegewebe und Knorpel dürfte man geradezu fallen lassen, wenn nicht in der ganzen Dicke des Zwischenknorpels im Kiefergelenke Bindegewebe und Knorpelkörperchen untermischt vorkämen. Dieser eine Fall ist hinreichend, um zu beweisen, daß die Zwischenstufe möglich ist, und vielleicht kommt sie zufällig beim Menschen oder normal bei Thieren noch an anderen Stellen vor? Es ist merkwürdig, daß das Kiefergelenk sich auch durch die faserknorpelige Structur der Gelenküberzüge als ein anomales erweist.

Vom Knochengewebe.

Structur.

Man theilt die Knochen nach der Gestalt ein in lange, cylindrische oder Röhrenknochen, platte oder breite, und kurze oder unregelmäßige Knochen. An den Röhrenknochen wird das Mittelstück, Diaphyse, unterschieden von den Enden, Extremitäten oder Apophysen, welche in früheren Lebensperioden vollkommen getrennt sind. Die Apophysen sind dicker, unregelmäßiger, meist mit verschiedengestalteten Fortsätzen versehen und, für sich betrachtet, den kurzen Knochen ähnlich.

Den Verschiedenheiten in der äußeren Form der Knochen entsprechend finden sich Verschiedenheiten der Textur. Fast alle Knochen sind an der Oberfläche glatt oder nur mit schwachen Streifen und feinen Oeffnungen versehen; im Inneren aber zeigt sich die Substanz bald dicht, gleichförmig compact, bald durchbrochen, großlöcherig oder aus Blättchen und Bälkchen einem Schwamme gleich gebildet. In den meisten kurzen Knochen, z. B. den Wirbelkörpern, sind die Blättchen äußerst fein, in den verschiedensten Richtungen zu einander gestellt; nur an der Oberfläche bilden sie eine continuirliche Lamelle, welche die Knochenzellen nach außen, doch nicht einmal immer vollständig schließt. In den platten Knochen

kommt solche schwammige Substanz nur im Innern vor, sie wird Diploe genannt, den Oberflächen zunächst liegt eine mehr oder minder starke Schicht von compactem Gewebe. In den langen Knochen endlich sind die Zellen im Inneren gleichsam in eine einzige große Höhle, die Markhöhle, zusammengeflossen, die nur gegen die Extremitäten hin von einzelnen Knochenbälkchen durchsetzt wird. Wenn die Apophysen mit dem Mittelstück verschmolzen sind, so geht das compacte Gewebe der Röhre an den Enden allmählig in schwammiges Gewebe über, die äußere Lage compacter Substanz wird gegen die Gelenkfläche hin dünner, die Brücken von Knochensubstanz zwischen den Löchern im Innern der Apophyse werden immer schmaler und die Blättchen feiner. Man kann die spongiöse Substanz als zellige (cellulosa) und netzförmige (reticularis) unterscheiden, je nachdem die Zwischenräume durch engere oder weitere Oeffnungen miteinander communiciren. Die Zwischenräume nennen wir Markzellen. Sie stehen, gleich den Zellenräumen des Bindegewebes, alle untereinander in Verbindung. Gießt man Quecksilber in eine künstliche Oeffnung an der Extremität eines Röhrenknochens oder an der Oberfläche eines breiten oder kurzen Knochens, so läuft es durch alle Zellenräume und entleert sich durch die natürlichen Oeffnungen an der Oberfläche der Knochen. Sägt man einen Knochen an einem Ende durch und überzieht seine Oberfläche mit einer Substanz, welche die Poren verschließt, so träufelt in der Wärme nach und nach sämmtliches Mark aus dem durchsägten Ende[1].

Die compacte Substanz und die Plättchen der spongiösen Substanz sind von engen, cylindrischen Canälen durchzogen, welche durch feine Oeffnungen mit der Markhöhle oder in spongiösen Knochen mit den Markzellen in offener Verbindung stehen, auch an der äußeren Fläche des Knochens sich frei öffnen. Diese Canälchen, welche man Markcanäle nennt, bilden ein den Capillargefäßen ähnliches Netzwerk mit engeren oder weiteren, rundlichen oder gestreckten Maschen[2]. Blinde Enden einzelner Canäle finden sich nur in den Röhrenknochen in der Nähe der überknorpelten Gelenkenden. Ihr Durchmesser ist sehr verschieden; die engsten, von 0,005—002‴ Durchmesser[3], liegen der äußeren Oberfläche des Knochens zunächst;

1 *Bichat, Anat. gén. III, 25.*

2 Gerber, Allg. Anat. Fig. 61—66.

3 0,06‴ Howship. 0,014—0,037‴ Miescher. 0,01—0,04‴ Krause. 0,014—0,060‴ Bruns.

in der Nähe der Markhöhle sind sie um das Drei- bis Vierfache weiter und zum Theil zu Zellen oder Blasen ausgedehnt, welche sich unmittelbar oder durch feinere Canäle in die Markhöhle öffnen. Zuweilen sieht man einzelne erweiterte Canälchen zu größeren Zellen zusammenfließen und man überzeugt sich, daß von den Canälchen zu den Markzellen ein allmähliger Uebergang stattfindet. Immer werden auch die feineren Canälchen in der Nähe der äußeren Oeffnungen und vor dem Uebergange in die Markhöhle oder Markzellen weiter und münden oft trichterförmig in die letzteren aus[1]. Auf dem Querschnitte sind die Markcanälchen entweder vollkommen rund oder elliptisch, selten unregelmäßig prismatisch. Die Netze, welche sie bilden, sind in den meisten platten Knochen ziemlich gleichförmig, in den Röhrenknochen aber ist der längste Durchmesser der Maschen der Längenaxe des Knochens parallel und übertrifft bei weitem den Querdurchmesser, so daß man parallele, längslaufende Canäle vor sich zu haben glaubt, welche nur von Strecke zu Strecke durch Queranastomosen miteinander in Verbindung stehen. In den Scheitelbeinen laufen Längscanäle divergirend vom Tuber parietale zu den Rändern, in den Stirnbeinen ziehen sie vom Supraorbitalrande zur Kronennath, in der Scapula vom Halse zur Basis.

Die Canälchen sind es, die, wenn sie vorzugsweise in bestimmter Richtung verlaufen, dem Knochen das streifige oder faserige Ansehen geben, welches man schon mit bloßem Auge erkennt. Um sich von der röhrigen Beschaffenheit dieser scheinbaren Fasern zu überzeugen und ihren Verlauf genauer kennen zu lernen, verschafft man sich Längs- und Querschnitte von Knochen und macht dieselben durch Schleifen so fein, daß sie bei durchfallendem Lichte mikroskopisch untersucht werden können oder man schneidet feine Blättchen in verschiedenen Richtungen aus Knochen, welche in Salzsäure erweicht worden sind. Canäle, welche man quer durchschnitten hat, z. B. an Querschnitten von Röhrenknochen, nehmen sich entweder wie Löcher oder wie dunkle, von einem wallförmigen Rande umgebene Flecke aus (Taf. V. Fig. 9. a); wenn die Schnitte nicht ganz dünn sind, so scheint neben der oberen Oeffnung undeutlich die untere durch (b). In der Regel findet sich in dem Canale eine unebene, formlose Masse, welche bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem glänzend weiß ist und den Canal entweder ganz

1 Miescher, Infl. oss. p. 38.

ausfüllt oder nur an den Wänden liegt und in der Mitte eine Oeffnung frei läßt. Nicht selten trifft der Schnitt durch einen Längscanal denselben gerade da, wo ein anastomosirender Querast abgeht. Dieser wird alsdann theilweise oder ganz geöffnet oder scheint aus der Tiefe durch[1], als ein breiter, gleichförmiger Streifen, dunkel bei Beleuchtung von unten, hellglänzend bei Beleuchtung von oben. An Längsschnitten von Röhrenknochen sieht man solche Streifen in langen Strecken longitudinal verlaufen und sich durch Queräste verbinden[2], aber nur selten zeigt sich ein Querast transversal durchschnitten.

Die centrale Höhle der langen Knochen, die Zellen der platten und spongiösen und die feinen Knochencanälchen enthalten ein lockeres Bindegewebe, welches sehr reich an Blutgefäßen ist und in seinen Maschen häufig Fettzellen einschließt. Dies ist das Knochenmark. Es bildet im Innern der Röhrenknochen eine zusammenhängende Masse, welche, wie alles fetthaltige Bindegewebe, in Läppchen getrennt werden kann, und sendet strangförmige Fortsetzungen in die Markcanälchen[3]. In diesen scheint das Bindegewebe zu fehlen, nach Miescher wäre selbst das Fett nicht mehr in Zellen enthalten[4]. Sollte wirklich freies Fett in den Markcanälchen vorkommen, so müßte man annehmen, daß die Zellenmembran sich aufgelöst hätte, doch ist dies gewiß nur ausnahmsweise der Fall. Das Mark der Diploë und der spongiösen Knochen enthält statt des Fettes eine röthliche, gallertartige Flüssigkeit. Diese besteht nach Berzelius[5] in 100 Theilen aus 75,5 Wasser und 24,5 festen Materien, ähnlich denjenigen, welche sich im Fleische finden, Eiweiß, Faserstoff, Extractivstoffe mit den gewöhnlichen Salzen und Fett nur spurweise, wahrscheinlich in nicht größerer Menge, als es auch sonst die Proteinverbindungen begleitet. Im Marke aus dem ungekochten Humerus eines Ochsen machte das Fett 96 Proc. aus.

1 Miescher, a. a. O. Tab. I. fig. 5.

2 Ebendas. fig. 6.

3 Als Markhaut oder inneres Periosteum wurde früher die äußere Lage Bindegewebe des Knochengewebes bezeichnet, welche das letztere gegen die innere Oberfläche der compacten Substanz abgrenzt. Es versteht sich, daß die Trennung desselben vom übrigen Markgewebe nur künstlich ist.

4 a. a. O. p. 53.

5 Chemie. IX, 561.

Das Uebrige bestand aus Bindegewebe und Gefäßen (1 Proc.) und aus einer Flüssigkeit, deren Bestandtheile sich vom Fleischextract nicht unterschieden (3 Proc.).

Die äußere Fläche der Knochen, mit Ausnahme der überknorpelten Gelenkflächen, überzieht ein festes, aber gefäßreiches fibröses Gewebe, Beinhaut, Periosteum, dessen Textur ich bereits früher ausführlich beschrieben habe. Von einer sehr zarten Beinhaut werden auch einige Knochenzellen oder Höhlen ausgekleidet, welche mit der Nasen- und Paukenhöhle in offener Verbindung stehen, namentlich die Zellen des Siebbeines, Keilbeines, die Stirn- und Oberkieferhöhle und die Zellen des Zitzenfortsatzes. Auf der freien Oberfläche der Beinhaut befindet sich hier eine Lage von Epitheliumzellen, pflasterförmige im Zitzenfortsatze, flimmernde in den Nebenhöhlen der Nase; sie geben der Oberfläche den Charakter einer Schleimhaut, weshalb man anzunehmen pflegt, daß eine mukőse und eine fibröse Membran an den genannten Stellen miteinander unzertrennlich verwachsen seyen. Die Beinhaut fehlt, wie erwähnt, an denjenigen Stellen, welche von Gelenkknorpeln überkleidet werden. Hier ist die Oberfläche des Knochens rauh, mit einer Menge dichtgedrängter, kleiner Erhabenheiten besetzt, welchen kleine Vertiefungen der angewachsenen Fläche des Knorpels entsprechen. In jede Erhabenheit des Knochens dringt ein Markcanal ein, und endet blind in derselben, so daß also das Mark mit seinen Gefäßen sich bis dicht an die untere Fläche des Gelenkknorpels erstreckt[1].

Aus dem Gefäßnetze der Beinhaut treten zahlreiche, größtentheils sehr feine Stämmchen durch die oben erwähnten Oeffnungen der Rinde in die Markcanälchen ein und gehen in Capillarnetze über, welche an den Wänden der Canälchen und zwischen den in ihnen enthaltenen Fettzellen sich verbreiten oder in den engeren Canälchen in der Axe derselben verlaufen. Die feineren Stämmchen, die aus der Beinhaut kommen, sind größtentheils arteriell; wenn sie nicht injicirt sind, so zeigen sie sich, beim Versuche die Beinhaut vom Knochen abzulösen, wie zarte Fasern, welche Beinhaut und Knochen verbinden und leicht zerreißen. Die Netze, in welche sie sich innerhalb der Markcanälchen auflösen, stehen in Verbindung mit den Capillarnetzen des Markes in den Knochenzellen und der Markröhre und können demnach diesen Theilen Blut zuführen. Die

1 Miescher, a. a. O. p. 42.

größte Masse Blut erhält aber das Mark durch stärkere Arterien, die sogenannten Arteriae nutritiae. An den Röhrenknochen findet sich meistens nur eine einzige Arteria nutritia, welche durch einen schiefen Canal des Mittelstückes, der oberen Extremität näher, unverästelt bis in die Markhöhle vordringt und dann Aeste nach auf- und abwärts ausschickt; die spongiösen Knochen haben zahlreiche, aber minder ansehnliche Vasa nutritia.

Die stärkeren Arteriae nutritiae werden von Venen begleitet, welche das Blut aus den Gefäßen der Markcanälchen der Rindensubstanz zum Theil mit zurückführen; außerdem treten venöse Gefäße von eigenthümlichem Verlaufe, gesondert von den Arterien, an der äußeren Oberfläche des Knochens aus und münden in die Venen des Periosteums. Sie sind am ausführlichsten von Breschet beschrieben worden [1]. In dem Innern, besonders der breiten Knochen fand er eine große Zahl weiter Canäle mit compacten Wänden, welche sich nach Art gewöhnlicher Blutgefäße zu größeren Aesten und Stämmen vereinigten. Die Wände dieser Canäle sind von Oeffnungen durchbohrt, durch welche sie feinere Venenzweige aufnehmen sollen. Sie durchsetzen das schwammige Gewebe, dann die Rindensubstanz, und öffnen sich an der Oberfläche mit einem Loche, welches immer enger ist, als der dazu gehörende Canal. Am leichtesten stellt man sie an den trockenen Knochen dar, und zwar an den platten Knochen, z. B. des Schädels dadurch, daß man die äußere compacte Tafel mit dem Meißel wegnimmt, die Canäle an einer Stelle öffnet und dann verfolgt. An schwammigen Knochen ist die Präparation besonders deshalb schwerer, weil die Canäle sich nicht, wie an den platten, in einer Fläche, sondern nach allen Richtungen hin verbreiten. Die Canäle sind mit einer durchsichtigen und zarten Membran ausgekleidet, welche fest an der Knochenwand haftet und zugleich die Wand der Vene darstellt. Sie ist nur an frischen Knochen wahrnehmbar und hier sieht man, wie sie klappenartige Falten bildet, die in Form und Stärke den Venenklappen gleichen. In den Venen der Diploe fehlen die Klappen, sie sind nur, gleich den Sinus der harten Hirnhaut, von vielen Filamenten durchsetzt. Die dünnhäutigen Röhren setzen sich einerseits in feine Gefäße fort, welche aus dem Marke entspringen, andrerseits, an der Oberfläche der Knochen, gehen sie in die Venen der

[1] N. A. Acad. Nat. cur. T. XIII. P. 1. p. 361.

Beinhaut über. Von den Arterien aus lassen sie sich, aus unbekannten Gründen, nicht injiciren, fast beständig findet man sie aber nach dem Tode mit einem schwarzen Blute oder einem Gerinnsel erfüllt, welches sich in die nahe liegenden Blutadern erstreckt. Deutsch[1] behauptet, daß die Venen ihre Canäle nicht ausfüllen, sondern einen Raum übrig lassen, der von Mark eingenommen werde. Er vergleicht daher die Canäle Breschet's den Markröhren der compacten Knochen. Allein die Canäle, welche Deutsch im Scheitelbeine beobachtete, weichen auch im Verlaufe von den venösen Canälen ab, welche Breschet beschreibt: sie sollen aus einer weiten Höhlung unter dem Scheitelbeinhöcker entspringen und, vier an der Zahl, nach den vier Winkeln des Knochens ausstrahlen, wo sie blind enden. Sie sind daher offenbar etwas ganz Anderes, als die Canäle Breschet's, vielleicht nur zufällig erweiterte Markzellen der Diploe. Mitscher[2] konnte sie nicht wiederfinden, bestätigte dagegen nach eigenen Untersuchungen die Angaben von Breschet[3].

Von den noch zur Zeit zweifelhaften Lymphgefäßen der Knochen war schon S. 548 die Rede. In den Höhlen der Knochen eines Storches wurden sie, nach einer Mittheilung von v. Heekeren[4], von Brugmans aufgefunden.

Nerven, welche in die Höhlen der Knochen eindringen, sind nur von wenigen Beobachtern gesehen worden. Sie begleiten nach Duverney[5], Monro[6], Klint[7] und Murray[8] die Vasa nutritia. Die Existenz derselben wird bewiesen durch die Empfindlichkeit des Knochenmarkes[9] und durch die von innen ausgehenden Knochenentzündungen.

Nachdem ich die Höhlen der Knochen und die in denselben ge-

1 Oss. structura. p. 25.

2 a. a. O. p. 58.

3 Abbildungen der venösen Canäle finden sich bei Breschet, a. a. O. und *Rech. anatom. sur le système veineux*, ferner in *Bichat, Anat. gén. T. III. pl. 3.*

4 De osteogenesi praeternaturali. Lugd. Bat. 1797. p. 3.

5 *Mém. de l'acad. de Paris. 1700. p. 196.*

6 *Traité d'ostéol. p. 12.*

7 Comment. anatom. de nerv. brachii. Götttg. 1784. p. 6.

8 Ludwig, Script. neurol. min. IV, 252.

9 S. die Beobachtungen gesammelt bei Miescher, p. 55.

legenen Theile abgehandelt habe, wende ich mich zur Beschreibung des eigentlichen Knochengewebes. Dieses ist in Bezug auf die gröbsten Elemente in allen Theilen gleich gebildet, gefäß- und nervlos[1]. Chemisch läßt es sich durch eine leichte Operation in zwei Substanzen trennen, in eine organische Grundlage, welche in den meisten Punkten der Knorpelsubstanz gleicht, aber aus leimgebendem Gewebe besteht, und in ein anorganisch gemischtes Kalksalz. Die letztere löst sich in Salzsäure und wird also durch Maceration eines Knochens in verdünnter Salzsäure ausgezogen. Der Knochenknorpel, von der Form des frischen Knochens, bleibt zurück, weich, biegsam und elastisch, er wird in Wasser durchscheinend und bläulich, durch Trocknen zieht er sich zusammen und wird brüchig, in kochendem Wasser löst er sich bis auf eine geringe Menge einer faserigen Masse, welche wahrscheinlich aus Gefäßen besteht. Den Knochenknorpel kann man durch Glühen des frischen Knochens zerstören und verflüchtigen oder durch Maceration der Knochen in warmer Kalilauge auflösen. Man erhält alsdann die erdigen Theile allein, ebenfalls in der Form des Knochens, aber sehr zerreiblich, daher leicht zerfallend, von rein weißer Farbe. Werden Knochen erst in Salzsäure von der Kalkerde befreit und dann mit heißem Wasser digerirt, so daß auch der Knorpel sich zu lösen beginnt, so bleibt nur der Inhalt der Markcanälchen, Fett und Gefäße, als ein weißes, faseriges Gewebe übrig, welches bei der leisesten Berührung zerstört wird[2].

Die Knochenerde besteht hauptsächlich aus phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde mit kleinen Quantitäten von kohlensaurer oder phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium. Wird sie durch Weißbrennen der Knochen gewonnen, so sind ihr zugleich Salze aus dem Knochenknorpel und den thierischen Flüssigkeiten beigemengt, namentlich schwefelsaures Natron, gebildet auf Kosten des Schwefelgehaltes des Knorpels, und kohlensaures Kali. Die Kohlensäure des Kalksalzes entweicht sowohl beim Glühen des Knochens, als

1 Deutsch (a. a. O. p. 15) fand in Quer- und Längsschnitten macerirter Knochen sehr feine, ästige Linien, die er, ohne hinreichenden Beweis, für Capillargefäße erklärt. Miescher (a. a. O. p. 57) suchte dieselben umsonst und ist der Meinung, daß sie durch Trocknen oder durch Unebenheit der Durchschnittsfläche entstehen.

2 Berzelius, Chemie. IX, 541.

beim Ausziehen der Knochenerde mittelst Säure. Bestimmt man im letzten Falle die Menge der weggegangenen Kohlensäure und im geglüheten Knochen die Menge der freien, nicht mit Phosphorsäure verbundenen Kalkerde, so finden sich beide in demselben Verhältniß zu einander, wie im kohlensauren Kalke. Die phosphorsaure Kalkerde ist das basische Salz, welches man künstlich darstellen kann, wenn man kleine Quantitäten Chlorcalcium in phosphorsaures Natron tröpfelt oder neutrale phosphorsaure Kalkerde mit überschüssigem Ammoniak niederschlägt. Es besteht nach Berzelius aus 8 Atomen Calciumoxyd und 3 Atomen Phosphorsäure, nach Mitscherlich[1] aus 3 Atomen Calciumoxyd und einem Atom Phosphorsäure. Es ist unkrystallisirbar, nicht in Wasser, aber leicht in Säuren, auch in Milchsäure löslich. Man schlägt die phosphorsaure Kalkerde aus den Knochen nieder, indem man gebrannte Knochen in Salzsäure löst, filtrirt und die Säure durch Ammoniak sättigt. Die freie Kalkerde aus dem kohlensauren Salze bleibt aufgelöst. Die Gegenwart des Fluors in den Knochen wird dadurch bewiesen, daß bei Behandlung geglühter Knochen mit Schwefelsäure ein Destillat erhalten wird, welches das Glas angreift und Kieselfluorwasserstoffsäure enthält. Die Talkerde wird gewonnen, indem man gebrannte Knochen in Salpetersäure löst, mit Ammoniak sättigt, dann die Phosphorsäure mit essigsaurem Blei niederschlägt. Die filtrirte Flüssigkeit wird durch Schwefelwasserstoff vom Blei, mit oxalsaurem Ammoniak vom Kalke befreit, filtrirt und geglüht, worauf nach Ausziehen mit Wasser die Talkerde rein zurückbleibt. Geringe Spuren von Eisen- und Manganoxyd rühren wahrscheinlich vom Blute her. Das Verhältniß, in welchen die mineralischen Bestandtheile vorkommen, ergiebt sich aus der folgenden quantitativen Analyse von Berzelius. Es enthielten menschliche Knochen in 66,70 Theilen anorganischer Materie:

Basisch phosphorsaure Kalkerde mit ein wenig Fluorcalcium	53,04
Kohlensaure Kalkerde	11,30
Phosphorsaure (?) Talkerde	1,16
Natron und wenig Kochsalz	1,20

Nach Denis[2] verhielt sich der kohlensaure Kalk zum phosphorsauren in den Knochen eines 3jährigen Kindes wie 10,00 zu

[1] Chemie. II, 121.

[2] *Rech. expér. sur le sang. p.* 83.

23,32, in den Knochen eines 20jährigen Mannes wie 6 zu 53, bei einem 78jährigen wie 12,8 zu 44,9.

In den Knochen, welche Berzelius analysirte, machte die organische Materie 33,30 Procent aus, was aber nicht alles Knorpel war. 1,13 Procent betrug die in heißem Wasser unlösliche Substanz, Gefäße nach Berzelius; und zu der in heißem Wasser löslichen Materie gehört außer dem Knorpel noch das Bindegewebe und der Extractivstoff des in den Canälchen enthaltenen Markes. Das Verhältniß der erdigen und organischen Bestandtheile im Knochen wechselt nach den Lebensaltern und in Krankheiten, es ist verschieden in verschiedenen Knochen desselben Skeletes; allein dies Verhältniß wird nicht blos durch den Kalkgehalt des Knochenknorpels, sondern auch durch die Menge und Weite der mikroskopischen Markcanälchen bestimmt. Je mehr die letzteren überwiegen, um so geringer wird scheinbar der Kalkerdegehalt eines Knochens seyn, und der Unterschied wird um so auffallender, je weniger der Knochen getrocknet worden ist, weil das Wasser hauptsächlich dem Inhalte der Markcanälchen angehört. So glaube ich es erklären zu können, warum Berzelius früher[1] die Proportion des thierischen Bestandtheiles zu dem erdigen in schwammigen und compacten Knochen gleich fand, wogegen Rees[2], welcher die organischen Bestandtheile überhaupt höher angiebt, und demnach die Knochen minder scharf trocknete, in verschiedenen Knochen ziemlich bedeutende Unterschiede wahrnahm. Nach seiner Angabe enthält die Rindensubstanz folgender Knochen:

	Unorganische Bestandth.	Organische Bestandth.
Scapula	54,51	45,49
Brustbein	56,00	44,00
Metatarsus der großen Zehe	56,53	43,47
Wirbel	57,42	42,58
Rippen	57,49	42,51
Schlüsselbein	57,52	42,48
Darmbein	58,79	41,21
Tibia	60,01	39,99
Fibula	60,02	39,98
Ulna	60,50	39,50

1 Chemie. 2te Aufl. IV. Abthl. 1. S. 441.

2 *Lond. and Edinb. philos. mag. 1838. Aug.*

	Unorganische Bestandth.	Organische Bestandth
Radius	60,51	39,49
Oberschenkel	62,49	37,51
Oberarm	63,02	36,98
Schläfenbein	63,50	36,50
In dem zelligen Knochengewebe war enthalten:		
Rippe	53,12	46,88
Schenkelkopf	60,81	39,19

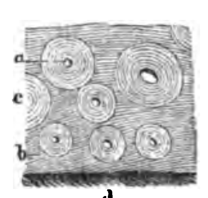
Vergleichende mikroskopische Untersuchungen müssen lehren, o in der angegebenen Reihenfolge die Menge der Markcanälchen ab nehme, was dem äußeren Ansehen nach ziemlich wahrscheinlich is oder ob der Reichthum des Knorpels an Kalkerde zunehme. Da in Krankheiten der Kalkgehalt der Knochen vermehrt und vermindert werden könne, unterliegt keinem Zweifel, doch wäre es immer de Mühe werth, zu untersuchen, ob bei der krankhaften Erweichun der Knochen nicht auch das Verhältniß der Markcanälchen sic ändere. Von den Unterschieden der chemischen Composition de Knochen nach den Lebensaltern wird später die Rede seyn.

Die physikalischen Eigenschaften der Knochensubstanz hänge hauptsächlich von dem Verhältnisse der erdigen zu den organische Bestandtheilen ab. Einer richtigen Mischung derselben verdankt de Knochen, außer der bekannten Farbe, den eigenthümlichen Gra von Härte und Elasticität, wodurch er im Stande ist, einen bedeu tenden Druck auszuhalten, ohne sich zu biegen, und bei stärkere Drucke nachzugeben, ohne sogleich zu zerbrechen. Bei Kindern un in Krankheiten, wo die Kalkerde sich mindert, wird die Biegsamke der Knochen vermehrt und sie krümmen sich unter der Last de Körpers oder durch die Wirkung der Muskeln; bei Greisen und i Krankheiten, welche ein Uebergewicht der Kalkerde herbeiführe werden die Knochen übermäßig spröde und brüchig. Das specifisc Gewicht der Knochen ist um so bedeutender, je mehr anorganisc Materie sie enthalten. Trockne Knochen haben 1,91—1,97 (Schüb ler und Kapff), frische, völlig gereinigte Knochen 1,87 (Krause rhachitische Knochen sind specifisch leichter. Durch die Verbindun mit der Kalkerde wird der Knochenknorpel vor der Fäulniß un Verwesung geschützt. Er erhielt sich in Mumien aus ägyptische Gräbern und selbst in fossilen Knochen.

Da der Knochen in den ersten Lebensperioden knorpelig ist u auf so einfache Weise in den knorpeligen Zustand zurückgeführt werd

kann, so betrachtet man ihn mit Recht als einen Knorpel, der von den Kalksalzen gewissermaßen nur durchzogen, imprägnirt ist. Wir studiren seine Textur an erweichten, der Knochenerde beraubten Stücken und untersuchen nachher erst, in welcher Weise die Kalkerde in dem Knorpel abgelagert oder mit ihm verbunden ist.

An feinen Querschnitten erweichter Röhrenknochen[1] sieht man die Lumina der Markcanälchen (a) von 4—12 und mehr concentrischen Linien (c) umgeben, deren Zahl um so größer ist, je weiter der Markcanal; wenn ein Raum zwischen diesen Systemen concentrischer Kreise übrig bleibt, so wird er von parallelen Linien (b) ausgefüllt, die ebenfalls bogenförmig verlaufen, aber in viel weiteren Bogen, concentrisch mit dem äußeren Contour oder dem Durchschnitte der Markhöhle (d) des Knochens.



Betrachtet man den Längsschnitt eines Röhrenknochens, so sieht man ähnliche Streifen in gleicher Entfernung von einander, aber die meisten longitudinal, den longitudinalen Markcanälchen a a parallel; nur wenn ein verbindendes Canälchen, wie bei b, quer durchschnitten worden, was selten geschieht, so zeigt sich dasselbe auch hier von concentrischen Streifen umgeben. Hieraus folgt, daß die concentrischen und parallelen Streifen die Contouren von Lamellen sind, welche die Markcanälchen oder die Markhöhle umgeben; man kann sich vorstellen, daß die Markhöhle von einem Systeme ineinander steckender Röhren umschlossen sey, die auseinander weichen oder unterbrochen sind, um die Markcanälchen zwischen sich aufzunehmen, deren Wände ebenfalls von einer gewissen Anzahl in einander steckender Röhren gebildet werden. Mittelst der angegebenen Methode erfahren wir, daß zunächst der äußeren Oberfläche der Röhrenknochen mehrere ununterbrochen ringsum laufende Lamellen liegen und daß die den Markcanälchen zugehörigen Lamellen erst weiter nach innen anfangen, in den platten Knochen besteht die äußere Rinde aus platt aufeinander liegenden Lamellen[2], in den kurzen und spongiösen Knochen



[1] Man gewinnt ohne Mühe die feinsten Durchschnitte mittelst Schaben hartgetrockneter Stücke.

[2] ...scher, a. a. O. Tab. I. fig. VII. a.

ist der Verlauf der Markcanälchen und so auch der Lamellen unregelmäßig, doch sind auch hier in einzelnen Plättchen die parallelen Lagen wohl zu erkennen [1]. Um die Dicke der Lamellen zu messen, muß man sehr feine Schnitte etwas comprimiren, wodurch die Durchschnitte der Lamellen wie platte Fasern auseinander weichen und isolirt betrachtet werden können. Der Durchmesser dieser Fasern beträgt 0,0020—0,0035‴ [2]. Um ebensoviel sind je zwei parallele Streifen von einander entfernt.

Die Lamellen in der äußeren Rindensubstanz der langen und platten Knochen, welche in größeren Strecken ohne Unterbrechung verlaufen, können durch verschiedene Methoden von einander getrennt werden. Wenn der Knochen mit warmer verdünnter Salzsäure behandelt wird, so stellt sich eine merkliche Entwickelung von Kohlensäure ein, wodurch die Masse zersprengt und in Blätter zerspalten wird, deren jedes aus einer gewissen Anzahl feinerer Blättchen besteht. Die Blätter, welche man auf diese Weise gewinnt, zeigen daher, gleich Glimmerplättchen, das Phänomen der entoptischen Farben noch schöner, wenn man sie mit dem flüchtigen Oele aus der Rinde von Laurus Cassia tränkt [3]. Durch Calciniren und durch Verwitterung, welche letztere eine langsame Zerstörung der organischen Grundlage zur Folge hat, blättern platte Knochen sich an der Oberfläche ab und zerfallen in Schuppen, deren jede aus einer Anzahl der feinsten Lamellen besteht. Endlich kann man von der Oberfläche macerirter Knochenknorpel mittelst des Messers leicht dünne Plättchen abziehen, welche zwar in der Regel immer noch eine Masse aufeinander geschichteter Lamellen erhalten, zuweilen aber, besonders an den Rändern, nur aus einer einzigen Lamelle bestehen. In den Plättchen, welche noch aus mehreren Lamellen zusammengesetzt sind, erscheinen die Markcanälchen wie längslaufende Fasern, welche zwischen den Lamellen hindurchgehen und einzelne derselben durchbohren [4]. Die Zerlegung eines Knochens in Blätter gelingt um so leichter, je mächtiger die Schicht continuirlich paralleler Blätter, je weiter nach innen die Markcanälchen beginnen.

1 Deutsch, a. a. O. Fig. 5.

2 0,006—0,012‴ E. H. Weber (von Rindsknochen). 0,027‴ Deutsch (ist wohl ein Druckfehler). 0,0027‴ Mieschter. 0,003—0,007‴ Krause. 0,003—0,004‴ Bruns.

3 Marx, Isis. 1826. S. 1038.

4 Miescher, a. a. O. p. 37.

Bei den Rindsknochen finden sich unter der Oberfläche nur sparsame Markcanälchen [1], deshalb wurde an ihnen viel früher, als an menschlichen Knochen, die blätterige Structur nachgewiesen. Unter den menschlichen Knochen sind zur Darstellung der Blätter besonders geeignet die langen Röhrenknochen, die Phalangen und die platten Schädelknochen sowohl an der äußeren, als an der inneren Oberfläche.

Wenn man aus einem Röhrenknochen feine, quere oder longitudinale Schichten schneidet, so daß man feine Quer- oder Längsschnitte der Lamellen erhält, und diese durch gelinden Druck auseinander drängt, so erscheinen die Ränder des Durchschnittes jeder Lamelle mehr oder weniger regelmäßig wellenförmig, stellenweise eingebogen, ungefähr wie die Fasern im Kerne der Linse (Taf. II. Fig. 3, C). Quer über den Durchschnitt, von einem wellenförmigen Rande zum anderen laufen feine und dichtgedrängte Streifen, die an dem isolirten Durchschnitte einer einzigen Lamelle schwer wahrzunehmen sind, aber sich sehr bemerklich machen, wenn mehrere Durchschnitte concentrischer Lamellen zusammenliegen. In dem Querschnitte eines Röhrenknochens durchsetzen alsdann, von dem Rande der Markcanälchen aus, radienförmige Streifen die concentrische Streifung, welche die Markcanälchen umgiebt; an dem Längsschnitte zeigen sich Streifen, welche die den Contouren der Lamellen entsprechenden longitudinalen Linien unter rechtem Winkel schneiden [2]. Man möchte danach annehmen, daß jede Lamelle von einer Fläche zur anderen von kurzen Fasern durchzogen oder von engen Canälchen durchbohrt wird. Das Letztere ist schon deshalb wahrscheinlicher, weil man diese Streifen niemals über den Rand einer Lamelle hervorragen sieht; bei der Beschreibung der Knochenplättchen, welchen die Kalkerde nicht entzogen ist, werden sich noch mehr Gründe dafür ergeben. Der Durchmesser der Canälchen beträgt kaum so viel, als die Stärke einer Bindegewebefibrille, und die Entfernung derselben von einander ist oft nicht viel größer, als ihr Durchmesser. Einzelne Lamellen, von der Fläche betrachtet, finde ich in der Regel glashell oder ganz feinkörnig, zuweilen aber auch faserig, und die Fasern sind entweder blaß, wie aus Körnchen zusammengesetzt, oder dunkel und rauh, niemals aber in längeren

[1] Bruns, Allg. Anat S. 239.

[2] Deutsch, a. a. O. Fig. 3—5.

Strecken isolirbar, sondern ästig, durcheinandergefilzt, mit einem Worte, den Fasern der Faserknorpel (Taf. V. Fig. 7) ganz identisch. Fasern dieser Art trifft man am häufigsten in abnorm verknöcherten Knorpeln, in ossificirtem Rippenknorpel, Schildknorpel u. a. Auf der Fläche gewöhnlicher, homogener Lamellen unterscheidet man in der Regel bei starker Vergrößerung eine Menge feiner, etwas dunkler Pünktchen, welche durch deutliche helle Zwischenräume von einander getrennt, und gleichförmig über die ganze Fläche ausgebreitet sind. Ihr Durchmesser mag kaum 0,0006‴ betragen, die Zwischenräume zwischen denselben sind etwas größer. Ich halte es mit Deutsch[1] für erwiesen, daß diese Punkte die Endflächen oder Oeffnungen der eben beschriebenen Fasern oder Canälchen sind; kann mich aber nicht überzeugen, daß sie die Gestalt eines Dreieckes haben, wie Deutsch sie darstellt.

Zwischen den Lamellen des Knochenknorpels sieht man in größerer oder geringerer Zahl eigenthümliche Flecke oder Körperchen eingestreut mit scharfen, dunkeln Contouren, übrigens heller als die eigentliche Knorpelsubstanz. Ihre Form und Lage läßt sich leichter an fein geschliffenen Knochenplättchen beobachten, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe.

Auf fein geschliffenen Querdurchschnitten von Röhrenknochen sieht man zwar auch eine unregelmäßige Linie concentrisch mit dem Lumen jedes Markcanälchens verlaufen, aber diese Linie ist weit von dem Lumen des Markcanälchens entfernt, sie bezeichnet die äußerste Grenze seiner Wand oder des ihm zugehörigen Systemes von ineinandersteckenden Röhren; zwischen ihr und dem Lumen des Canälchens sind die concentrischen Streifen, die man am Knochenknorpel bemerkt, nicht wahrzunehmen. Eben so wenig kann man an der Knochensubstanz, welche die Lücken zwischen den einzelnen Markcanälchen ausfüllt, oder an der äußersten Rinde der Röhrenknochen oder an Längsschnitten derselben eine Spur des lamellösen Baues entdecken. Eine Andeutung desselben entsteht aber durch die Anordnung der Körperchen, deren ich so eben gedacht und die man mit dem Namen Knochenkörperchen zu bezeichnen pflegt.

Die Knochenkörperchen (Taf. V. Fig. 9. c c c. Fig. 10) sind zuweilen rund oder ziemlich gleichseitig polygonal, viel häufiger oval, an beiden Polen zugespitzt, auch wohl sehr in die Länge

1 a. a. O. p. 17.

gezogen, so daß ihre Breite nur den sechsten Theil der Länge beträgt. Wenn sie länger sind als breit, so liegt ihr längster Durchmesser an Querschnitten in einer dem Umfange des Markcanälchens concentrischen Linie, weshalb sie, bei einer gewissen Länge, einen gegen den Markcanal concaven Bogen beschreiben; an Längsschnitten [illegible] man sie größtentheils mit dem längsten Durchmesser der Längenaxe des Knochens parallel oder ein wenig gegen dieselbe geneigt. Ihr schmaler Durchmesser liegt immer in einer Ebene, welche die [illegible] der Markcanälchen rechtwinkelig schneidet. Ihre Form entspricht also einer Scheibe oder Linse, deren plane Flächen den Flächen der Lamellen des Knochenknorpels parallel sind und die man sich [illegible] sam zwischen den Lamellen comprimirt denken muß. Die Breite, in welcher die Knochenkörperchen sich auf den geschliffenen Knochenplättchen zeigen, ist sehr verschieden: dies rührt zum Theil [illegible] daher, daß ein Durchschnitt die linsenförmigen Körperchen bald [illegible] der Mitte, bald in der Nähe der Peripherie trifft, indeß [illegible] man auch ziemlich constante Maxima der Größe in verschiedenen Knochen. Es hatten z. B. in der Rippe eines erwachsenen [illegible] schen die meisten Knochenkörperchen nicht mehr als 0,004‴ Länge auf etwa 0,002‴ Breite, in dem Röhrenknochen eines [illegible] waren sie 0,0025—0,0083‴ lang und etwas mehr als doppelt [illegible] breit als lang, in einem menschlichen Schädelknochen traf ich [illegible] perchen von 0,006—0,013‴ Länge auf 0,0010—0,0022‴ Breite. Häufig läßt sich in der Lage der Knochenkörperchen zu einander [illegible] in ihrer Entfernung von einander eine gewisse Regelmäßigkeit [illegible] verkennen. So scheinen die äußersten in Fig. 9 in gleichen [illegible] ständen von einander und wie in einer dem Markcanälchen concentrischen Linie aufgereiht, eine zweite ähnliche Reihe scheint [illegible] nach innen zu folgen; oft sah ich solche concentrische Reihen [illegible] noch viel regelmäßigeren Abständen von 0,007—0,010‴, [illegible] aber viel weiter auseinander, als die Lamellen des Knochenknorpels dick sind.

Nur selten erscheinen die Knochenkörperchen hell, mit dunklen Contouren oder schwach körnig (Fig. 10, A. B), und dann gleich[illegible]

1 0,0084‴ lang, 0,0048‴ breit in der Ulna, Valentin. 0,0048—0,0072‴ im längsten, 0,0017—0,0030‴ im schmalsten Durchmesser [illegible] Querschnitte eines Schenkelknochens, Miescher. 0,0058—0,09‴ Länge [illegible] 0,0014—0,0076‴ Breite, Krause. 0,0038—0,0132‴ Länge auf 0,0016—0,0045‴ Breite, Bruns.

ganz den entsprechenden Körperchen des Knochenknorpels; die
ersten sind bei auffallendem Lichte glänzend weiß und körnig, bei
durchfallendem Lichte dunkelgelblich, oft sieht man auch die Mitte
hell und die Ränder oder Spitzen dunkel, oft umgekehrt die Ränder
und Spitzen hell und in der Mitte wie dunkle Klümpchen. In
Salzsäure löst sich unter Gasentwickelung der körnige Stoff, welcher
die Körperchen undurchsichtig macht. Es ist also gewiß, daß sie
Knochenerde enthalten, nicht chemisch gebunden, sondern in Form
eines pulverförmigen Niederschlages, nicht blos in den Wänden,
sondern auch im Innern, und es wird dadurch wahrscheinlich, daß
die Höhlen oder Lücken der Substanz seyen, um so mehr, da man
sie in Durchschnitten von Knochenknorpeln nie, wie die Zellen der
bleibenden Knorpel, am Schnittrande vorragen sieht.

So lange die Knochenkörperchen noch mit der körnigen Substanz angefüllt sind, sieht man von ihnen in jedem Durchschnitte,
und demnach nach allen Seiten hin äußerst feine, und bald nach
ihrem Ursprunge vielfach verästelte Fasern abgehen, welche unmittelbare Fortsetzungen der Knochenkörperchen und von demselben
mikroskopischen Ansehen sind. An den zugespitzten Polen geht das
Knochenkörperchen allmählig in die Fasern über, von den convexen
Rändern entspringen die letzten sogleich sehr fein, mit einem Durchmesser von etwa 0,0005''' [1] und werden bald noch etwas dünner [2].
Vielfach stoßen die Fasern, die von einem Körperchen ausgehen,
mit den Fasern aus benachbarten Körperchen zusammen (Fig. 10, C).
In einiger Entfernung von den Körperchen nehmen alle Fasern
einen parallelen Verlauf, in den Querdurchschnitten stehen sie rechtwinkelig auf die Peripherie der Markcanälchen (Fig. 9), in den
Längsdurchschnitten rechtwinkelig auf die Längenaxe der Knochen
(Fig. 10, D). Durch diesen Verlauf und durch ihren Durchmesser
erweisen sich diese Fasern als identisch mit den feinen Canälchen,
welche in den Lamellen des Knochenknorpels nachgewiesen wurden.
Die Aehnlichkeit wird vollkommen, wenn man die Knochenplättchen
mit Salzsäure behandelt, die den Fasern, gleich den Knochenkörperchen, ihre weiße Farbe entzieht. Die Streifen bleiben dann noch
sichtbar, aber ihr Zusammenhang mit den Körperchen wird undeutlich,

1 0,0006—0,0008''' Krause.

2 0,0002—0,0003''' J. Müller. 0,0004''' Krause. 0,0007—0,0009''' Bruns.

gezogen, so daß ihre Breite nur den sechsten Theil der Länge beträgt. Wenn sie länger sind als breit, so liegt ihr längster Durchmesser an Querschnitten in einer dem Umfange des Markcanälchens concentrischen Linie, weshalb sie, bei einer gewissen Länge, einen gegen den Markcanal concaven Bogen beschreiben; an Längsschnitten sieht man sie größtentheils mit dem längsten Durchmesser der Längenaxe des Knochens parallel oder ein wenig gegen dieselbe geneigt. Ihr schmaler Durchmesser liegt immer in einer Ebene, welche die Axe der Markcanälchen rechtwinkelig schneidet. Ihre Form entspricht also einer Scheibe oder Linse, deren plane Flächen den Flächen der Lamellen des Knochenknorpels parallel sind und die man sich gleichsam zwischen den Lamellen comprimirt denken muß. Die Größe, in welcher die Knochenkörperchen sich auf den geschliffenen Knochenplättchen zeigen, ist sehr verschieden: dies rührt zum Theil schon daher, daß ein Durchschnitt die linsenförmigen Körperchen bald in der Mitte, bald in der Nähe der Peripherie trifft, indeß findet man auch ziemlich constante Maxima der Größe in verschiedenen Knochen. Es hatten z. B. in der Rippe eines erwachsenen Menschen die meisten Knochenkörperchen nicht mehr als 0,004‴ Länge auf etwa 0,002‴ Breite, in dem Röhrenknochen eines Rindes waren sie 0,0025—0,0083‴ lang und etwas mehr als doppelt so breit als lang, in einem menschlichen Schädelknochen traf ich Körperchen von 0,006—0,013‴ Länge auf 0,0010—0,0022‴ Breite[1]. Häufig läßt sich in der Lage der Knochenkörperchen zu einander und in ihrer Entfernung von einander eine gewisse Regelmäßigkeit nicht verkennen. So scheinen die äußersten in Fig. 9 in gleichen Abständen von einander und wie in einer dem Markcanälchen concentrischen Linie aufgereiht, eine zweite ähnliche Reihe scheint weiter nach innen zu folgen; oft sah ich solche concentrische Reihen in noch viel regelmäßigeren Abständen von 0,007—0,010‴, immer aber viel weiter auseinander, als die Lamellen des Knochenknorpels dick sind.

Nur selten erscheinen die Knochenkörperchen hell, mit dunkeln Contouren oder schwach körnig (Fig. 10, A. B), und dann gleichen

1 0,0084‴ lang, 0,0048‴ breit in der Ulna, Valentin. 0,0048—0,0072‴ im längsten, 0,0017—0,0030‴ im schmälsten Durchmesser am Querschnitte eines Schenkelknochens, Miescher. 0,0058—0,02‴ Länge auf 0,0014—0,0076‴ Breite, Krause. 0,0038—0,0132‴ Länge auf 0,0016—0,0045‴ Breite, Bruns.

sie ganz den entsprechenden Körperchen des Knochenknorpels; die meisten sind bei auffallendem Lichte glänzend weiß und körnig, bei durchfallendem Lichte dunkelgelblich, oft sieht man auch die Mitte hell und die Ränder oder Spitzen dunkel, oft umgekehrt die Ränder und Spitzen hell und in der Mitte wie dunkle Klümpchen. In Salzsäure löst sich unter Gasentwickelung der körnige Stoff, welcher die Körperchen undurchsichtig macht. Es ist also gewiß, daß sie Knochenerde enthalten, nicht chemisch gebunden, sondern in Form eines pulverförmigen Niederschlages, nicht blos in den Wänden, sondern auch im Innern, und es wird dadurch wahrscheinlich, daß sie Höhlen oder Lücken der Substanz seyen, um so mehr, da man sie in Durchschnitten von Knochenknorpeln nie, wie die Zellen der bleibenden Knorpel, am Schnittrande vorragen sieht.

So lange die Knochenkörperchen noch mit der körnigen Substanz angefüllt sind, sieht man von ihnen in jedem Durchschnitte, und demnach nach allen Seiten hin äußerst feine, und bald nach ihrem Ursprunge vielfach verästelte Fasern abgehen, welche unmittelbare Fortsetzungen der Knochenkörperchen und von demselben mikroskopischen Ansehen sind. An den zugespitzten Polen geht das Knochenkörperchen allmählig in die Fasern über, von den convexen Rändern entspringen die letzten sogleich sehr fein, mit einem Durchmesser von etwa 0,0005‴ [1] und werden bald noch etwas dünner [2]. Vielfach stoßen die Fasern, die von einem Körperchen ausgehen, mit den Fasern aus benachbarten Körperchen zusammen (Fig. 10, C). In einiger Entfernung von den Körperchen nehmen alle Fasern einen parallelen Verlauf, in den Querdurchschnitten stehen sie rechtwinkelig auf die Peripherie der Markcanälchen (Fig. 9), in den Längsdurchschnitten rechtwinkelig auf die Längenaxe der Knochen (Fig. 10, D). Durch diesen Verlauf und durch ihren Durchmesser erweisen sich diese Fasern als identisch mit den feinen Canälchen, welche in den Lamellen des Knochenknorpels nachgewiesen wurden. Die Aehnlichkeit wird vollkommen, wenn man die Knochenplättchen mit Salzsäure behandelt, die den Fasern, gleich den Knochenkörperchen, ihre weiße Farbe entzieht. Die Streifen bleiben dann noch sichtbar, aber ihr Zusammenhang mit den Körperchen wird undeutlich,

1 0,0006—0,0008‴ Krause.

2 0,0002—0,0003‴ J. Müller. 0,0004‴ Krause. 0,0007—0,0009‴ Bruns.

wie er auch an Durchschnitten des Knochenknorpels undeutlich ist; die meisten Körperchen scheinen glatte oder höchstens etwas ausgezackte Ränder (Fig. 10, A) zu haben. Eben so verhalten sie sich in krankhaft erweichten, osteomalacischen Knochen [1].

So haben wir ein eigenthümliches System von Lücken und davon ausstrahlenden Röhrchen in dem Knochenknorpel kennen gelernt und zugleich erfahren, daß in diesen Lücken und Röhrchen die Kalkerde in Gestalt eines feinen Niederschlages deponirt ist. Wahrscheinlich ist aber die in diesen Räumen abgelagerte Kalkerde nur ein Theil der in den Knochen enthaltenen; ein anderer Theil scheint in einer chemischen Verbindung mit dem Knorpel sich zu befinden, in derselben Weise und vielleicht nur in anderen Proportionen, wie im nicht ossificirenden Knorpel und selbst in Leim und Chondrin Kalkerde aufgelöst ist. Daß nicht die sämmtliche Knochenerde in den Canälchen enthalten sey, dafür sprechen folgende Gründe: 1. In Knochen, die äußerlich nicht krankhaft verändert scheinen, findet man oft eine größere oder geringere Zahl der Körperchen leer. 2. In osteomalacischen Knochen, wo nach J. Müller die Kalkcanälchen ganz hell sind, fehlt doch die Knochenerde nicht gänzlich, sondern ist nur vermindert. 3. Wenn man dünnen Knochenplättchen die organische Materie durch Glühen oder Kochen mit Potasche entzieht, so werden sie ganz weiß und außer den Körperchen und Canälchen erscheint die Kalkerde als feines Pulver in allen Räumen zwischen denselben [2]. In diesem Zustande kann sie aber früher nicht vorhanden gewesen seyn, weil sie sonst eben so gut hätte sichtbar seyn müssen, wie die Kalkerde innerhalb der Canälchen. Sie ist, nach der Zerstörung der organischen Substanz, als Asche zurückgeblieben.

Nach Krause [3] sind die Wände der Markcanälchen mit Löchern von 0,0006''' Durchmesser äußerst dicht besetzt; er vermuthet, daß durch diese Oeffnungen die Kalkcanälchen in die Höhle der Markcanälchen ausmünden. Wenn Pünktchen von der genannten Größe auf den Wänden der Markcanälchen wirklich unterschieden werden können, so wird doch schwer auszumachen seyn, ob sie Oeffnungen oder blinden Enden der Kalkcanälchen in der Wand des Markcanales entsprechen.

1 J. Müller, Arch. 1836. S. VI.

2 Miescher, a. a. O. p. 42. J. Müller, a. a. O. S. IX.

3 Anat. 2te Aufl. I, 71.

Physiologie.

In frühen Zeiten des Fötuslebens finden sich an der Stelle der Knochen solide Knorpel, welche in der äußeren Form mit wenigen Ausnahmen dem erwachsenen Knochen gleichen, chemisch aber sich vom Knochenknorpel des Erwachsenen dadurch unterscheiden, daß sie durch Kochen in Chondrin, nicht in Leim verwandelt werden [1]. Daß das Chondrin nur langsam und in geringer Menge erhalten wird und beim Erkalten nicht gelatinirt, rührt, wie schon beim Knorpel angegeben wurde, von der verhältnißmäßig überwiegenden Menge der Zellen im Vergleich zur Intercellularsubstanz her. Die älteren Anatomen nahmen an, daß Knochen entweder aus Knorpeln oder aus Membranen entständen. Besonders gab die membranöse Beschaffenheit, welche die Schädelknochen noch kurz vor der Verknöcherung zeigen, Anlaß, einen unmittelbaren Uebergang der Häute in Knochen zu statuiren. E. H. Weber [2] bemerkt dagegen, daß die membranösen Theile, welche anfangs die Stelle der Schädelknochen vertreten, nicht mit einem Male und in ihrer ganzen Ausdehnung knorpelig werden, sondern successive und theilweise, sowie sie zur Verknöcherung vorbereitet werden, und Miescher [3] überzeugte sich durch die mikroskopische Untersuchung, daß die verknöcherte Stelle von einem schmalen, knorpeligen Rande überragt wird.

Im mikroskopischen Baue ist anfangs zwischen verknöchernden und bleibenden Knorpeln kein Unterschied, deshalb gilt, was über die erste Entwickelung der Knorpel im vorigen Abschnitte mitgetheilt wurde, zugleich für den Knochenknorpel. Wir verfolgten ihn bis zu dem Zeitpunkte, wo in einer gleichförmigen Grundsubstanz entweder Zellen mit eingeschlossener junger Generation zerstreut waren oder einzelne Lücken sich fanden, Reste der durch schichtweise Verdickung der Wand ausgefüllten, ursprünglichen Zellen. Von den im Knorpel der ersten Art eingeschlossenen Mutterzellen wurde gezeigt, daß sie zuweilen eine selbstständige Wand haben, daß in

1 Müller, Poggend. Ann. XXXVIII, 316. Schwann, Mikrosk. Unters. S. 32.

2 Hildebr. Anat. I, 333.

3 a. a. O. p 15.

anderen Fällen ihre Wand von der Intercellularsubstanz nicht gesondert werden kann. Ich habe sie deshalb Knorpelhöhlen genannt.

Der erste Schritt zur Ossification ist die Bildung von anastomosirenden Canälen innerhalb des soliden Knorpels. Valentin beschreibt diesen Proceß folgendermaßen [1]: Zuerst entstehen einzelne rundliche Höhlen von durchaus kugeliger Form, gegen die Mitte der Masse zu, jedoch der äußeren Oberfläche etwas näher als der Centrallinie selbst. Sie verlängern sich bald so, daß sie die Form eines an beiden Enden abgerundeten Canales annehmen, und stoßen dann aneinander; in der Breitendimension scheinen sie nur wenig zuzunehmen. Unterdeß haben sich auch schon einzelne Quergänge gebildet, nach Valentin dadurch, daß von zwei benachbarten Canälchen ausgehende Seitenwüchse zusammenstoßen, ich vermuthe vielmehr, daß eine zwischen zwei Canälchen liegende Höhlung sich der Quere nach ausdehnt und endlich in beide öffnet. Je jünger der Embryo, um so größer sind diese Canälchen im Verhältniß zum Knorpel, doch übersteigen sie nur wenig den Durchmesser der Markcanälchen des Erwachsenen [2]. Die schwammige Substanz des Knochens entsteht durch die vielfache Verbindung der sich erweiternden Canälchen, so daß die Lücken größer werden, als die Zwischenräume. Valentin's rundliche Höhlen aber, welche sich verlängernd und verschmelzend das Netz von Canälen darstellen, sind nichts Anderes, als die Mutterzellen oder Knorpelhöhlen; dies geht aus den Beschreibungen und Abbildungen von Miescher [3], Meckauer [4] und Gerber [5] mit Bestimmtheit hervor. Alle geben an, daß die Knorpelkörperchen oder Acini in dem verknöchernden Mittelstücke der Knorpel gehäuft stehen, während sie in den rein knorpeligen Enden vereinzelt liegen, und daß dort ein Haufen Knochenkörperchen von einer runden oder ovalen Linie, der Wand der Mutterzelle, eingeschlossen werde. Miescher und Meckauer finden in den platten Knochen die Zellengruppen in derselben Ordnung hintereinander gereiht, in welcher später die Markcanäle

1 Entwickelungsgeschichte. S. 261.

2 Eine Abbildung derselben aus einem Schädelknochen eines 2—3 monatlichen menschlichen Fötus giebt Raspail, *Chim. org. Pl. XII. fig. 5.*

3 a. a. O. p. 14 sq. Tab. I. Fig. 1—4.

4 Cart. structura. p. 12.

5 Allg. Anat. S. 101 Fig. 58. 60. 69.

verlaufen. Die Interstitien zwischen den Zellengruppen werden zuerst durch Ablagerung von Knochenerde fest und dann müssen die Zellengruppen als Lücken erscheinen. Auch lösen sich, wie Gerber zeigte, die jungen Zellen im Innern der Mutterzellen allmählig auf und verschwinden in dem Maaße, wie die Verknöcherung der Zwischensubstanz fortschreitet[1]. Der Inhalt der Markcanälchen des Knorpels (nach Auflösung der jungen Zellen) ist nach Miescher's Beschreibung[2] eine durchsichtige, halbflüssige, gelatinöse und zähe Masse, meist farblos, zuweilen auch vom aufgelösten Farbestoffe des Blutes bräunlich oder trübe. Durch dieselbe verlaufen neugebildete Blutgefäße[3] in großer Anzahl, die Stämmchen liegen meist in der Mitte der Canälchen, zuweilen den Wänden näher, und senden feine Aeste durch die gelatinöse Substanz. Durch Oeffnungen an der Oberfläche des Knorpels stehen die Stämme mit den Blutgefäßen der Beinhaut in Verbindung. Die gelatinöse Substanz, welche Miescher sehr passend Knorpelmark nennt, kann sammt den Blutgefäßen aus den Canälchen hervorgezogen werden, ohne zu zerfließen, doch scheint mir dadurch noch nicht bewiesen, daß sie von einer Membran umhüllt werde.

In der Zwischensubstanz sind, noch ehe die Ablagerung der Kalkerde beginnt, die leeren Knochenkörperchen und Kalkcanälchen sichtbar; die letzteren zeigen sich, wie Miescher beobachtete[4], in derselben Gestalt, wie im Knochenknorpel des Erwachsenen; man darf daher nicht hoffen, beim Embryo den Zusammenhang derselben mit den Knochenkörperchen nachzuweisen, da dies beim Erwachsenen nach Extraction der Kalkerde nicht gelingt. Ueber die Bedeutung der Knochenkörperchen und ihrer Aeste sind drei verschiedene Ansichten vorgebracht worden:

1. Man nimmt die Knochenkörperchen für Zellen, die ganze Grundmasse zwischen ihnen für Intercellularsubstanz und die Kalkcanälchen für Verlängerungen der Zellen, die demnach aus den

1 Fig. 69, E. F.

2 a. a. O. p. 17.

3 Zur Injection derselben, welche nicht leicht gelingt, bediente sich Miescher eines von Krause angegebenen Mittels: er spritzte abwechselnd Lösungen von chromsaurem Kali und essigsaurem Blei ein, wodurch ein Niederschlag von chromsaurem Blei in den Gefäßen selbst gebildet wird.

4 a. a. O. p. 37.

Zellen hervor- und in die Intercellularsubstanz hineinwachsen müßten, ungefähr wie die Fortsätze aus den sternförmigen Pigmentzellen hervorwachsen. Diese Annahme hält Schwann für die wahrscheinlichere[1], und Krause[2] schließt sich derselben an. Der Zellenkern würde später schwinden; nach Schwann[3] soll man nach dem Ausziehen der Kalkerde mit Salzsäure selbst in Erwachsenen noch eine Spur desselben sehen und Krause giebt ebenfalls an, daß in ausgebildeten Knochen einzelne, hellere Knochenkörperchen vorkommen, welche einen dunkleren, runden, excentrischen, scharf begrenzten Kern von 0,0025''' Durchmesser enthalten.

2. Die Knochenkörperchen werden als Kerne der ursprünglichen Elementarzellen, die Canälchen als Verlängerungen der Kerne angesehen. Dies ist die Meinung von Gerber[4], Bruns[5] und G. H. Mayer[6]. An dem feinen Querschliffe eines Backenzahnes vom Pferde sah Gerber die Knochenzellen zur Hälfte in den Schmelz hineinragen und in jeder Zelle einen Kern oder zwei. Mayer fand an den Nahtflächen der Schädelknochen kugelige Zellen, in welchen die Knochenkörperchen als Kern lagen. An verknöchernden Rippen- oder Kehlkopfknorpeln traten zunächst nach innen von den abgeplatteten Knorpelhöhlen der äußeren Schicht rundliche Zellen auf, deren jede einen Kern enthielt. Diese Zellen lagen dem Rande näher vereinzelt, weiter nach innen waren sie zu 2 oder 3 gruppenweise zusammengestellt, noch weiter nach innen sah man 2- und 3kernige einfache Zellen, welche ihrerseits auch wieder in Gruppen zu 2 oder 3 vereinigt waren. Diese Gruppen verschmelzen ebenfalls wieder zu einfachen Zellen. Während die Zellen mehr und mehr verschmelzen, liegen die Kerne aller verschmolzenen Zellen entweder einzeln neben einander, oder sie begannen schon gleich mit den ersten Verschmelzungen der Zellen einen Verschmelzungsproceß unter sich. Am Rande der Verknöcherung sind immer alle Kerne einer zusammengesetzten Zelle in einen einzigen verschmolzen, welcher von einer einfachen rundlichen oder länglichen Zelle umschlossen

1 Mikrosk. Unters. S. 35. 115.
2 Anat. 2te Aufl. I, 71.
3 a. a. O. S. 29.
4 Allg. Anat. S. 104.
5 Allg. Anat. S. 240. 252.
6 Müll. Arch. 1841. S. 210.

wird. Bisweilen enthält eine solche Zelle, die aber dann immer etwas größer und gestreckter ist, zwei solcher zusammengesetzter Kerne. Die Zellen haben bei mehr oder weniger länglich runder Gestalt einen Durchmesser von 0,009—0,014''', die zusammengesetzten Kerne haben 0,004'''. Daß in verknöchernden Knorpeln eine Verschmelzung von Zellen und Kernen stattfinde, scheint mir nach dieser ausführlicheren Schilderung nicht zu bezweifeln, allein was Mayer beobachtet hat, bezieht sich, wie ich glaube, nicht auf die Bildung der Knochenkörperchen, sondern der Markcanälchen, in deren Geschichte hierdurch eine Lücke ausgefüllt wird. Wir erfahren dadurch, wie die Zellengruppen in einfache Höhlen verwandelt werden, ehe sie sich zu dem Netze von Canälen verbinden. Nach Mayer sollen die verschmolzenen Zellen und Kerne bei der letzten Metamorphose, dicht vor dem Rande der Verknöcherung, bedeutend kleiner werden, die Zellen 0,0032—0,0048''', die Kerne 0,0008''' (1/500 Millim.). Dieser Angabe muß jedenfalls ein Irrthum zu Grunde liegen, denn die angegebenen Maaße passen kaum auf einfache Zellen und deren Kerne. Cytoblasten von 0,0008''' Durchmesser kommen nirgends vor. Vielleicht sind es Kernkörperchen und das, was für Zellen genommen wurde, Kerne[1].

3. Man betrachtet die Knochenkörperchen als die Höhlen der Zellen, deren verdickte und untereinander und mit der Intercellularsubstanz verschmolzene Wände die Grundsubstanz bilden und die Knochencanälchen als Canälchen, die von der Zellenhöhle in die verdickten Zellenwände eindringen, analog den Porencanälchen der Pflanzenzellen. Schwann hat auch an diese Deutung gedacht und der ersten nur deswegen den Vorzug gegeben, weil er von der Bildung der Porencanälchen sonst keine Analogie bei Thieren kannte. Ich habe schon bei der Entwickelungsgeschichte der Knorpel die Gründe angegeben, derentwegen ich die einzelnen kleinen, den Knochenkörperchen ähnlichen Lücken gewisser Knorpel, die man mit den zellenhaltigen Knorpelhöhlen nicht verwechseln muß, für Reste der Zellenhöhle halte, ich habe Beispiele von Zellen angeführt, durch deren verdickte Wand ästige Canäle, von der centralen Höhle aus, sich verbreiten und so stehe ich nicht an, mich für diese letzte Ansicht zu entscheiden. Wo die Oberfläche der Knochensubstanz frei liegt,

1 Die Abbildungen, welche zu diesem Aufsatze gehören, könnten vielleicht hierüber Aufschluß geben. Leider ist mir das 4te Heft des Archives, welchem die Tafel beigelegt werden sollte, noch nicht zugekommen.

sieht man die Contouren der Zellen um die Knochenkörperchen, die letzteren können in diesem Falle leicht für Kerne der Zellen genommen werden, wie dies in den eben angeführten Fällen Gerber bei der Knochensubstanz der Zähne und Mayer bei den Schädelknochen begegnete. Die eigentlichen Zellenkerne scheinen in der Regel außen auf den verdickten Zellenwänden zu liegen und vor oder während der Verdickung resorbirt zu werden. In der bei weitem größten Mehrzahl der Fälle enthalten die Knochenkörperchen keinen Kern. Zuweilen sind sie, wie auch Meckauer angiebt[1], von einem hellen Saume (der zuletzt abgelagerten Schicht) umgeben, und dann kann der äußere Contour dieses Saumes als Wand der Zelle und der innere als Begrenzung des Kernes erscheinen. Wenn die von Schwann und Krause beschriebenen Kerne in den Knochenkörperchen nicht auf einer solchen Täuschung beruhen, so muß man zugeben, daß entweder ausnahmsweise der Kern an der inneren Wand der Knorpelzellen liegen und durch die neu abgelagerten Schichten weiter nach innen geschoben werden kann oder daß im Innern der verdickten Zellen sich neue Cytoblasten bilden[2].

Wenn der Knochenknorpel zuerst aus einer Masse gleichförmiger Zellen besteht, so kann man sich die Umbildungen, welche der Ablagerung der Kalkerde vorangehen, so vorstellen, daß ein Theil der Zellen sich ausdehnt, neue Zellen im Innern erzeugt, und durch Verschmelzung zu einem Systeme von Röhren wird, während die übrigen, in den Zwischenräumen gelegenen sich verdicken, bis in jeder nur noch eine kleine Höhlung mit Porencanälen übrig ist, und mit der Intercellularsubstanz und unter sich verwachsen. Im Einzelnen bleibt indeß noch Manches aufzuklären, namentlich ob die Zellen des eigentlichen Knochenknorpels sich von Anfang an isolirt entwickeln oder ob sie sich eine Zeit lang ebenfalls durch endogene Zeugung vermehren, ob nach der Bildung der Markcanälchen noch neue Zellen in der Zwischensubstanz entstehen, wie es nach der Darstellung von Gerber den Anschein hat, u. s. f.

So lange der Knochenknorpel noch eine solide Masse darstellt, ist von einer Theilung der Blätter, wie sie beim Erwachsenen sich

1 Cart. structura. p. 14.

2 Nach Meckauer (a. a. O. p. 12) kommt im Embryo eine eigenthümliche Form von Knochenkörperchen vor, welche kurze, knotige Fäden darstellen und an der Oberfläche des Knorpels sehr häufig seyen. Vielleicht Kernfasern des Periosteums.

zeigen, nichts zu bemerken. Diese erscheinen erst nach der Bildung der Markcanälchen, ob durch schichtweises Nachwachsen der Substanz von den Markcanälen aus oder durch Theilung der compacten Substanz, läßt sich nicht entscheiden, doch ist mir das Letztere wahrscheinlicher, weil die Kalkcanälchen sich oft ununterbrochen durch mehrere Schichten fortsetzen. Dies wäre schwer zu verstehen, wenn eine Schicht nach der anderen sich aus einer besonderen Zellenlage hervorbildete. Auch mußten in letzterem Falle die Knochenkörperchen mitten in den Schichten liegen, wogegen sie am häufigsten gerade zwischen je zwei Lamellen gefunden werden. Die Entwickelung des lamellösen Baues scheint indeß, wie sie auch erfolge, der Ablagerung der Knochenerde voranzugehen; eine Andeutung von Lamellen fand ich im knorpeligen Theile von Rippenknorpeln, die in Verknöcherung begriffen waren. Kaum verknöcherte Stücke ganz junger Schweinsembryonen (von 3½" Länge) zerfielen, nach Extraction der Kalkerde, durch Kochen in Schüppchen, welche dasselbe Farbenspiel zeigten, wie nach Marx die dünnen Plättchen aus dem Knochenknorpel von Erwachsenen [1].

Unmittelbar nachdem die Markcanälchen und die Blutgefäße im Knorpel entstanden sind, beginnt die Ablagerung der Kalkerde; dem bloßen Auge zeigen sich die sogenannten Knochenkerne, bei Vergrößerung sieht man ein schwammiges Gerüst von Knochensubstanz, in dessen Maschen die früher erwähnten Zellenhaufen liegen [2]. Den Proceß der Verknöcherung hat Schwann an Larven von **Pelobates fuscus** untersucht und ausführlich beschrieben [3]. Die Kalkerde lagert sich zunächst in der eigentlichen Knorpelsubstanz ab, sie erscheint in der Form einzelner, äußerst kleiner dunkler Körnchen, welche zuweilen zu größeren unregelmäßigen Haufen in der Knorpelsubstanz vereinigt liegen. Schwann läßt es unentschieden, ob diese einem bloßen Depositum nicht unähnlichen Ablagerungen reine, nicht an Knorpel gebundene Kalkerde, also blos vorläufige Ablagerungen seyen, die sich später erst in der Knochensubstanz gleichmäßig vertheilen, oder ob diese Kalkerde schon an Knorpel gebunden sey und das gleichmäßige Aussehen des verknöcherten Knorpels dadurch entstehe, daß sich nach und nach die ganze Substanz auf dieselbe Weise

1 Schwann, a. a. O. S. 31.

2 Miescher, a. a. O. Tab. I. Fig. IV.

3 a. a. O. S. 32.

mit Kalkerde verbinde. In anderen Knorpeln desselben Thieres sah er keine haufenweisen Ablagerungen von Kalkerde, sondern die ganze Knorpelsubstanz enthielt dieselbe gleichmäßig vertheilt. Durch Salzsäure wird der verknöcherte Knorpel heller und man sieht, wenn man ihre Wirkung unter dem Mikroskop beobachtet, die Grenze, bis wohin die Kalkerde aufgelöst ist, als eine scharfe Linie vom Rande des Präparates nach innen fortrücken. Kommt diese Linie an ein Knochenkörperchen, so erhält sie in der ersten Periode der Verknöcherung dort eine Einbuchtung von der Größe des Körperchens, weil dies keine Kalkerde enthält; in späteren Perioden zeigt sich das Umgekehrte, das Knochenkörperchen bleibt als eine dunkle Ausbuchtung der Linie zurück, ja die Linie rückt fort und hinterläßt das Körperchen als einen dunkeln Fleck, von welchem die Canälchen, gleichfalls dunkel, sternförmig ausgehen. Nach einiger Zeit verschwinden zuerst die Canälchen und dann wird das Körperchen blaß. Es folgt hieraus, daß sich zuerst die Knorpelsubstanz mit Kalkerde imprägnirt, dann aber der Rest der Zellenhöhle und die Porencanälchen mit einem Depositum von Kalkerde gefüllt werden.

Die regelmäßige Verknöcherung beginnt in allen Knochenknorpeln von einem oder mehreren Punkten aus, die man Verknöcherungspunkte, Puncta ossificationis, nennt. Bei den cylindrischen Knochen liegt der erste Verknöcherungspunkt in der Mitte und in der Axe und die Ablagerung der Knochenerde schreitet nach der Oberfläche und den Extremitäten fort. Platte paarige Knochen haben meist einen Verknöcherungspunkt im Centrum, von wo aus die Umwandlung nach allen Seiten hin weiter geht, unpaare Knochen haben zwei oder mehr symmetrische Verknöcherungspunkte; eben so verhalten sich die kurzen Knochen. Häufig bleiben die von einzelnen Punkten ausgehenden Verknöcherungen im erwachsenen Körper gesondert, es entstehen Nähte in Theilen des Skeletes, welche im knorpeligen Zustande nur eine zusammenhängende Masse ausmachten. Dies ist z. B. an der Schädeldecke und im Brustbeine der Fall. In anderen Fällen werden durch die Ossification Knorpel zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden, welche früher getrennt waren. So sind noch lange nach der Geburt die Epiphysen der Röhrenknochen von den Mittelstücken gesondert; im frühesten, knorpeligen Zustande scheinen sie durch Perichondrium von einander abgegrenzt zu seyn, später, wenn die einzelnen Stücke Knochen geworden sind,

befindet sich eine Schicht Knorpel zwischen denselben, welche erst nach vollendetem Wachsthume in Knochen übergeht. Das Os sacrum besteht, so lange es knorpelig ist, aus einzelnen Wirbeln; das Zungenbein entsteht aus fünf Knorpelstücken, der Basis, den großen und kleinen Hörnern, die beim Neugeborenen noch völlig knorpelig und aneinander eingelenkt sind. Endlich giebt es Knochen, welche zuerst ein einziges Stück ausmachen, dann durch die Verknöcherung in mehrere Stücke zerfallen und zuletzt wieder zu einem verschmelzen; dahin gehören die Darmbeine[1]. Viele Löcher und Canäle in der Continuität der Knochen werden vor vollendeter Entwickelung von mehreren getrennten Stücken begrenzt und erweitern sich dadurch, daß die einzelnen Stücke wachsen, z. B. das Hinterhauptsloch, das Foramen obturatorium, der Wirbelcanal; indeß ist dies Gesetz keineswegs so allgemein gültig, wie Serres[2] es ausspricht; man darf nur an die Foramina nutritia der Röhrenknochen erinnern. Die Knochen, die im Erwachsenen durch Gelenkflächen aneinander stoßen, sind auch in der ersten Anlage schon getrennt.

Die knorpelige Grundlage der Wirbelkörper und der Rippen unterschied Valentin[3] schon bei einem 6‴ langen menschlichen Embryo, die ersten Knochenpunkte nahm Béclard bei einem Embryo von 30 Tagen wahr[4]. Sömmerring und Meckel setzen den Anfang der Knochenbildung in den zweiten Monat. Am frühesten verknöchern nach Béclard das Schlüsselbein und die Kiefer, dann Oberarm und Oberschenkel, Vorderarm und Unterschenkel, Rippen, Wirbel, Schädelknochen; die Kniescheibe und die Handwurzelknochen verknöchern zuletzt, das Os pisiforme erst im 6ten—12ten Lebensjahre. Die Mittelstücke der Röhrenknochen zeigen früher als die Epiphysen Knochenkerne. Diese Succession erleidet in einzelnen Fällen manche Abänderungen. Man sieht aber, daß die Verknöcherung nicht in der Reihe fortschreitet, wie die Knorpel auftraten.

1 E. H. Weber, Meck. Arch. 1827. S. 239.

2 Meck. Arch. 1822. S. 455.

3 Entwickelungsgeschichte. S. 258.

4 *Anat. gén. p. 461.* E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 333) bemerkt dabei, daß Béclard einen Embryo von 15‴ Länge für 30—35 Tage alt schätze.

Die ersten Knochenkerne haben überall, auch in den cylindri-schen Knochen, das Gewebe der spongiösen. Ihre Oberfläche ist anfangs unregelmäßig, überzieht sich aber bald mit einer glatten Knochenlamelle, wodurch sie sich gegen die knorpeligen Theile scharf absetzen. Diese lösen sich daher auf geringe Gewalt mit einer dem unbewaffneten Auge glatt erscheinenden Fläche von dem verknöcherten Theile ab, wie die Pulpa des in der Bildung begriffenen Theiles des Zahnes von dem verknöcherten Zahnscherbchen. Die Knochenkerne cylindrischer Knochen dehnen sich in der Dicke bald bis zur Oberfläche des vorgebildeten Knorpels aus und stellen dann kurze Cylinder mit glatten Endflächen dar[1]. An den Knochenkernen schwammiger Knochen, der Wirbelkörper, Fußwurzelknochen u. s. w. beobachtete schon Albin die äußere Rinde compacter Knochensubstanz[2]. Die Knochenpunkte vergrößern sich, indem an der Oberfläche Lage um Lage sich in Knochen umwandelt, während zugleich im Inneren durch fortschreitendes Zusammenfließen der Höhlungen und Aufsaugung der Scheidewände die früher compacte Substanz schwammig wird, die Zellen der schwammigen Substanz sich erweitern und endlich in langen Knochen zu einer einzigen, selten unterbrochenen Röhre sich verbinden. In gleicher Weise, aber immer langsamer, wächst der Knochen fort, wenn die ursprüngliche, knorpelige Anlage vollständig umgewandelt zu seyn scheint: es entstehen an der Oberfläche, zwischen Knochen und Beinhaut, neue Lagen von Knorpel, welche alsbald verknöchern, und zugleich schwinden die der Markhöhle zunächst befindlichen, ältesten Schichten, wodurch die Höhle sich erweitert. Zu diesem Resultate gelangte man dadurch, daß man Thiere, welche im Wachsen begriffen waren, mit Krapp fütterte.

Zwischen dem Krapp und dem phosphorsauren Kalke besteht nämlich eine chemische Verwandtschaft in der Art, daß der phosphorsaure Kalk, wenn er aus einer Auflösung, die Krapp enthält, niedergeschlagen wird, den Farbestoff mit sich reißt. Wird nun mittelst der Nahrungsmittel Krapp ins Blut gebracht, so vereinigt er sich mit der Knochenerde in dem Augenblicke, wo diese an den Knorpel tritt, und aller Knochen, welcher während der Anwesenheit des Farbestoffes im Blute neu gebildet wird, zeichnet sich durch

1 E. H. Weber, Hildebr. Anat. I, 337.

2 Acad. adnot. L. VII. c. 6.

rothe Farbe aus. Die Wirkung tritt außerordentlich rasch ein. Flourens[1] sah das Skelet einer jungen Taube lebhaft roth nach einer einzigen Mahlzeit von Krapp, welche 6 Grammen betrug, und schon fünf Stunden nach dem Genusse derselben. Zuerst bediente sich Duhamel dieses Mittels, um die Weise, wie der Knochen wächst, kennen zu lernen[2]. Nachdem er jungen Thieren abwechselnd eine Zeitlang Krapp und dann wieder gewöhnliche Nahrung gegeben hatte, sah er die Röhrenknochen aus abwechselnden Lagen von Weiß und Roth gebildet, welche von der Markhöhle aus gegen die Oberfläche einander in derselben Reihe folgten, wie die verschiedenen Nahrungsweisen. Die innerste Schicht war also die älteste, die äußerste war zuletzt gebildet. Flourens, welcher diese Versuche mit ganz gleichem Erfolge wiederholte, beobachtete ferner, daß in dem Maaße, wie außen neue Schichten aufgelagert wurden, die inneren schwanden. An einem Ferkel, welches 20 Tage lang Krapp erhalten hatte, sah man auf dem Querdurchschnitte des Oberschenkels einen inneren weißen und einen äußeren rothen Kreis; derselbe Knochen eines anderen, welches einen Monat lang mit Krapp gefüttert worden war, hatte sich durch und durch roth gefärbt, indem die innere Lage ungefärbter Knochensubstanz resorbirt worden war. Wurde nach kurzer Fütterung mit Krapp die gewöhnliche Nahrung wieder eingeführt, so erschien, je nachdem die Thiere noch längere oder kürzere Zeit am Leben blieben, anfangs der rothe Kreis äußerlich, dann zwischen zwei weißen Kreisen, dann am inneren Rande, und wurde hier immer dünner bis er zuletzt verschwand. Es erklärt sich hierdurch sehr leicht, warum in einem ebenfalls von Duhamel angestellten Versuche ein Draht, der außen um den Knochen gelegt worden war, sich nach einiger Zeit im Inneren der Markhöhle fand. Auch in die Länge wachsen die Röhrenknochen durch Apposition neuer Schichten. Duhamel und Hunter[3] hatten dies schon wahrscheinlich gemacht, indem sie beobachteten, daß bestimmte, durch Anbohren bezeichnete Punkte der Diaphysen bei fortschreitendem Wachsthum des Knochens nicht weiter auseinander rücken. Flourens[4] bewies es durch die Fütterung mit Krapp, auf

1 *Ann. des sc. nat. 2e sér. XIII, 103.*

2 *Acad. de Paris. 1742. p. 354. 1743. p. 138.*

3 *Transact. of the soc. for the improvement of medical and chirurgical Knowledge. II, 277.*

4 a. a. O. XV, 242.

dieselbe Weise, wie mittelst derselben dargethan wurde, daß die Knochen in der Dicke durch Apposition zunehmen. Durch Resorption der älteren Schichten wird die Markhöhle länger. Auf andere, als Röhrenknochen, ist diese Methode der Untersuchung noch nicht angewandt worden; Duhamel sagt nur[1], daß an platten Knochen keine bestimmten Lagen unterschieden werden könnten.

Bei erwachsenen Thieren werden nach anhaltendem Genusse von Krapp die Knochen ebenfalls roth, wenngleich minder brillant, und um so später, je älter das Thier. Bei erwachsenen Tauben bemerkte Flourens nach 18 und 22 Tagen noch keine Spur von Färbung, nach zwei Monaten waren die Knochen kaum schwach rosenroth gefärbt[2]. Dies beweist, daß die Erneuerung der Kalkerde selbst im Erwachsenen, aber bedeutend langsamer, fortdauert[3]. Wenn der Körper seine typische Größe erreicht hat, so werden keine neuen Schichten mehr gebildet, allein die Resorption der inneren Lagen und der Plättchen, welche die Markcanäle trennen, ist damit nicht beendet. Die Rindensubstanz wird im Alter dünner, die Zellen der spongiösen Substanz erweitern sich und die Menge des Markes nimmt zu[4].

Aus den Gefäßen der Beinhaut und des Markes ergießt sich das Plasma, welches zum Wachsen, zur Ernährung und Erneu-

1 *Acad. de Paris. 1743. p. 106.*

2 a. a. O. XIII, 103. XV, 247.

3 Gibson (Meck. Arch. IV, 482) suchte die Resultate von Duhamel's Versuchen zu widerlegen und die Art, wie die Färberröthe an die Knochen tritt, auf eine andere Weise auszulegen. Er fand, daß Knochen einer jungen Taube in sehr kurzer Zeit durch und durch roth wurden, und nahm deswegen an, der Farbestoff verbinde sich mit der bereits abgelagerten Kalkerde und verlasse sie später wieder, weil er eine noch größere Verwandtschaft zum Serum des Blutes, als zur Knochenerde habe. Er schloß dies daraus, weil Serum mit gerötheten Knochen bei einer Temperatur von 98° F. sich röthete, während in entsprechendem Maaße die Knochen blasser wurden. Hieran konnte aber eine Entwickelung von Milchsäure im Serum schuld seyn, welche das Kalksalz sammt dem Farbestoff auflöste. Daß Knochen beim Genusse von Krapp durch und durch roth wurden, hing wahrscheinlich davon ab, daß zur Zeit, wo der Versuch angestellt wurde, die Ablagerung der Kalkerde in den bereits afficirten Theilen noch nicht vollendet war.

4 Seiler, Anatom. corp. hum. senilis specimen. Erl. 1800. Ribes in Meck. Arch. 1820. S. 446. *Chaussard, Rech. sur l'organisation des vieillards. Paris. 1822.*

rung der Knochen unentbehrlich ist; an die Integrität dieser Gewebe ist daher die Existenz der Knochen gebunden und Formabweichungen der letzteren entstehen schon durch Störungen des Kreislaufes in jenen. Wenn die Zufuhr des Blutes von einzelnen Stellen her allmählig abgeschnitten wird, so erwächst daraus kein Nachtheil, weil alle Gefäße eines Knochens unter sich zusammenhängen und anastomosirende Aeste sich langsam zu erweitern vermögen. Bichat[1] fand in einer Leiche, die er injicirte, das Ernährungsloch der Tibia vollständig verschlossen, die Arteria nutritia in einen Strang verwandelt, dennoch hatte sich ihre Bifurcation in der Markhöhle ganz gut angefüllt, ohne Zweifel durch ihre Anastomosen mit den Gefäßen der spongiösen Substanz in den Apophysen. Werden Gefäße an der Oberfläche des Knochens allmählig unwegsam, ohne daß ihnen durch Anastomosen Blut zugeführt werden kann, so ist die Folge ein Schwinden, Atrophie des Knochens, z. B. beim Drucke von Geschwülsten, Aneurysmen und dergl. auf die Beinhaut. Wird die Blutbewegung durch Periosteum oder Mark rasch und in größeren Stellen unterbrochen, wie durch Entzündung und Exsudation, so stirbt der Knochen ab, soweit er dem Einflusse des Blutes entzogen ist, er wird nekrotisch. Circulirt endlich in den Gefäßen des Knochens eine größere Blutmenge, so daß es zu vermehrter Exsudation, nicht aber zur Verschließung der Gefäße kommt, so wandelt sich das Exsudat in Knochengewebe um und der Knochen wird hypertrophisch, compacter, schwerer und auch dicker. Dies geschieht aber nur dann, wenn die Menge des Exsudates gering ist; wenn sie bedeutender wird, so kann nur ein Theil in Knochengewebe übergehen (s. oben S. 177); der Rest wird Eiter.

Nach einem Substanzverluste oder einer Trennung der Continuität erzeugt sich neues Knochengewebe in dem Exsudat, welches die Gefäße der Beinhaut, des Markes und der feinen Markcanälchen liefern. Dies wird erst zu Knorpel, dann unter Entwickelung von Höhlen und Gefäßen durch Ablagerung von Kalkerde zu Knochen. Macdonald bemerkte[2], daß schon am dritten Tage nach der Zerstörung eines Röhrenknochens die im Umfange desselben abgelagerte Gallerte bei Fütterung mit Krapp eine rothe Farbe annahm. Der Versuch wurde an jungen Tauben angestellt. Nach

1 *Anat. gén. III*, 44.

2 Diss. de necrosi et callo. Edinb. 1795.

Miescher's Untersuchungen erfolgt die Bildung des neuen Knochens nur von dem alten aus, sowohl von seiner Oberfläche, als, nach einem Bruche, von den Bruchenden. Die vollständige Heilung eines Beinbruches findet statt, wenn die Bruchenden einander hinlänglich genähert sind, damit die von beiden ausgehende neue Knochensubstanz zusammenstößt, widrigenfalls das Dazwischengelegene in Bindegewebe verwandelt und ein künstliches Gelenk erzeugt wird. Indessen sah Vrolik[1] in dem Knorpelgewebe, welches eine Wunde des Stirnbeines schloß, die Verknöcherung in einzelnen Punkten beginnen und B. Heine[2] hat sogar Reproduction einer Rippe und vollständige Wiedererzeugung der Fibula bei Hunden beobachtet, nachdem er die Rippe gänzlich exarticulirt und die Fibula sammt ihrem Periosteum entfernt hatte. In diesen Fällen müßte die Neubildung des Knochens von Weichtheilen ausgegangen seyn. Ausführlichere Belehrung über die Erscheinungen, welche die Entzündung und Regeneration des Knochengewebes begleiten, findet man in Miescher's vielfach angeführter Schrift, welche die übrige Literatur über diesen Gegenstand entbehrlich macht[3].

Accidentelle Knochenbildung gehört zu den allergewöhnlichsten pathologischen Erscheinungen. Sie ist am häufigsten an der Oberfläche der Knochen selbst (Exostose), in den permanenten ächten Knorpeln, wo sie, wie beim ossificirenden Knorpel, jedesmal durch Bildung von Canälen und Gefäßen vorbereitet wird, in fibrösen und serösen Häuten, in Geschwülsten verschiedener Art und kann vielleicht in allen Geweben vorkommen. Indeß wird nicht in allen Fällen, die man Verknöcherungen nennt, wahrhafte Knochensubstanz erzeugt. Wahre Knochensubstanz fand Miescher[4], wie erwähnt, in permanenten Knorpeln, in Ossificationen der Dura mater, in verknöcherten Sehnen und im sogenannten Exercirknochen, Valentin[5] in Ossificationen des Auges und im Spath der Pferde. Dagegen waren nach Miescher in einer verknöcherten Epiglottis nur

1 Bemerkungen über die Weise, wie die Oeffnung im Schädel nach der Trepanation ꝛc. ausgefüllt wird. Amst. 1837.

2 v. Gräfe's und v. Walther's Journ. 1836. S. 513.

3 Einen gedrängten Auszug aus derselben gab ich in Müll. Arch. 1838. S. XXIII.

4 Infl. oss. p. 45.

5 Repert. 1836. S. 317.

einzelne Knochenpunkte zu sehen, ohne die wahre Structur der Knochen. Verknöcherungen der Arterien haben niemals die mikroskopischen Elemente wahrer Knochen. Es sind anfangs Haufen rundlicher oder unregelmäßiger, bei auffallendem Lichte weißer Kügelchen von 0,0012''' Durchmesser[1], später, wenn sie dichter geworden, sind sie auf dem Bruche blätterig und die organische Substanz, welche nach Behandlung mit Säure übrig bleibt, hat keine bestimmte Structur (Miescher).

Die Knochen dienen theils zur Bildung von Höhlen für die Eingeweide, namentlich die platten Knochen, theils zur Unterstützung der Weichtheile und als ein System von Hebeln zur Bewegung des eigenen Körpers und zum Ergreifen und Festhalten anderer Körper. Sie werden in Bewegung gesetzt von den Muskeln und bieten deshalb, durch besondere Hervorragungen oder Vertiefungen, Ansatzstellen für die Sehnen der Muskeln dar. Welche Bewegungen möglich sind, wird bedingt durch die Lage und Richtung der Muskeln, durch die Insertionsstelle der Sehnen und durch die Form der überknorpelten, aneinander beweglichen Gelenkenden der Knochen.

Die Knochen der Wirbelthiere bieten in den Proportionen der organischen und anorganischen Bestandtheile und der einzelnen anorganischen Materien unter sich vielfache Verschiedenheiten dar, in dem mikroskopischen Baue sind sie aber einander durchaus ähnlich. Eine Angabe von J. Müller (Arch. 1836. S. VIII.), wonach vielen Fischen die Knochenkörperchen und Canälchen fehlen sollten, hat C. Mayer (Fror. N. Not. Nr. 5) berichtigt. J. Müller entdeckte Knochenkörperchen und sternförmig davon ausgehende Canälchen auch in der dünnen Knochenschicht, welche die meisten Knorpel der Plagiostomen überzieht. Die Höhlen in den Knochen der Vögel sind bekanntlich nicht mit Mark erfüllt, sondern nehmen Luft auf, wie bei den höheren Thieren die Zellen des Zitzenbeinfortsatzes u. a. Berzelius, Chemie IX. 545. Sebastian und Fernandes de Barros bei Berzelius, S. 548. J. Müller in Poggend. Ann. XXXVIII, 347.

Die den Knochen ähnlichen sogenannten äußeren Skelete vieler wirbelloser Thiere, der Crustaceen und Echinodermen, die

1 Valentin, Repert. 1837. S. 268.

logna. II, 1818. p. 93), welche hauptsächlich Thierknochen zu ihren Untersuchungen anwandten; Marx (Isis. 1826. S. 1038) bewies denselben durch die entoptischen Farben dünner Knochenplättchen und E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 1830. S. 320) giebt ihn wenigstens für die Thierknochen zu, obgleich er ihn bei den menschlichen nicht für erwiesen hält.

Eine neue Aera für die Bearbeitung des Knochengewebes begann durch Purkinje, unter dessen Leitung die Dissertation von Deutsch (De penit. oss. structura. 1834) geschrieben wurde. An Durchschnitten erweichter Knochen wurden hier zum erstenmal die Elementarlamellen und ihre Schichtung dargestellt; in den Elementarlamellen entdeckte Deutsch die leeren Kalkcanälchen, nach Purkinje's Beobachtung beschrieb er die Knochenkörperchen in extrahirten und frischen Knochen als ovale oder runde Flecke, welche zuweilen mit gewissen Infusorien Aehnlichkeit hätten, indem aus einem runden Körper eine kurze Linie, wie ein Schwanz, hervorging. Die Bedeutung der Knochenkörperchen wurde ihm nicht klar, die Canälchen der Lamellen erklärt er für die Receptacula der Kalkerde, ohne sie jedoch im gefüllten Zustande gesehen zu haben, vielmehr vermuthet er, daß eben die Anfüllung die Ursache sey, weshalb er sie im frischen Knochen nicht auffinden konnte. Treviranus (Beitr. II, 1835. S. 93) betrachtete die Knochenkörperchen als Zwischenräume zwischen den Lamellen, an welchen die letzteren nicht unmittelbar auf einander liegen, sondern eine Flüssigkeit zwischen sich enthalten, Miescher (Infl. ossium. 1836. p. 42) zeigte, daß sie mit Kalk erfüllt, und an den Rändern zackig sind, „ut coronae radiatae passim exoriatur species.“ Die von Deutsch entdeckten Canälchen fand er auch in frischen Knochenplättchen und in solchen, deren organische Materie durch kaustisches Kali zerstört war (p. 37), doch steht er an, sie für Behälter des Kalkes zu halten. In Knochen, denen der Knorpel entzogen war, erschien die Kalkerde als weißes, feines Pulver zwischen den Knochenkörperchen. Der Uebergang der Körperchen in die Canälchen, wonach beide als Theile eines zusammenhängenden kalkführenden Systemes zu betrachten sind, wurde erst durch J. Müller ermittelt (Miescher, a. a. O. S. 267. Archiv. 1836. S. VI.). Derselbe bewies auf entschiedene Weise, daß außerhalb der Canälchen Kalkerde in dem Knorpel enthalten sey; was die Art der Verbindung betrifft, so scheint ihm auch im Knorpel die Kalkerde nur fein vertheilt, nicht chemisch gebunden. Ich halte indeß das Letztere, was nach dem mikroskopischen Verhalten wahrscheinlicher ist, durch seine Einwürfe nicht für widerlegt. Er führt an, daß man bei starken Vergrößerungen im durchsichtigen Theile der Knochenplättchen etwas Feinkörniges bemerke, allein dies bemerkt man auch am Knochenknorpel nach Extraction der Kalkerde. Die Färbung der Knochen durch Färberröthe erklärt sich schon allein durch die Verbindung der letzteren mit der frei in den Canälchen enthaltenen Kalkerde, und beweist also nicht, daß alle Kalkerde frei sey. Bei einer Combination der Knorpelmolecüle mit den Molecülen der phosphorsauren Kalkerde zu zusammengesetzten Molecülen hält es Müller für unmöglich, daß der Knorpel nach dem Ausziehen der Kalksalze seine Gestalt behalte, fest und zusammenhängend sey. Daß dies wohl geschehen könne, sehen wir, wie schon Miescher anführt, am verkohl-

ten Holze, welchem doch offenbar ein großer Theil von Elementen entzogen ist, die mit den zurückgebliebenen zu zusammengesetzten Atomen verbunden waren. Durch die Leichtigkeit, womit dem Knochen durch Säuren die Erde entzogen wird, unterscheidet er sich allerdings von anderen Verbindungen organischer und mineralischer Stoffe, indeß ist es wohl möglich, daß die Säure nur die in den Canälchen enthaltene Kalkerde aufnimmt oder daß der Knorpel, der mit Kalkerde übersättigt ist, einen Theil derselben leichter fahren läßt und nur so viel zurückbehält, als in allen leimgebenden Substanzen gefunden wird. Müller machte zuerst auf den faserigen Bau des Knochenknorpels aufmerksam. Die neueren Untersuchungen waren nur noch auf die Entwickelung der Knochen und die Bedeutung der Knochenkörperchen gerichtet.

Von Abbildungen der Knochenkörperchen und Canälchen sind noch zu citiren: J. Müller bei Miescher, Infl. oss. Tab. IV. fig. 1. 2. und Poggend. Ann. XXXVIII. Taf. IV. Fig. 1. Valentin, Repert. I, Taf. II. Fig. 43. 44. Gurlt, Vglb. Phys. Taf. II. Fig. 2. Gerber, Allg. Anat. Taf. III. Fig. 70.

Von den Zähnen.

Structur.

Jeder Zahn besteht aus zwei Theilen, der Wurzel und der Krone. Die Wurzel ist in einer Höhle der Kinnlade eingekeilt, die Krone ragt frei über den Kieferrand hervor. Zwischen beiden kann man noch, als Hals des Zahnes, denjenigen Theil unterscheiden, welcher zwar außerhalb der Zahnhöhle liegt, aber noch vom Zahnfleische bedeckt ist. Die Krone ist einfach und zugeschärft an den Schneide- und Eckzähnen, in 2 — 4 Spitzen getheilt an den Backenzähnen; auch die Wurzel der letzteren ist mehr oder weniger tief in einzelne Zacken getheilt und danach ein- oder mehrfach. Die Wurzel und ein Theil der Krone ist hohl; die Höhle öffnet sich durch ein feines Loch oder durch mehrere (Havers, Raschkow) an der Spitze der Wurzel. Sie enthält eine weiche, gefäß- und nervenreiche Substanz, den Zahnkeim, welche mit der Beinhaut der Zahnhöhle zusammenhängt und durch die Oeffnung an der Spitze der Wurzel in den Zahn eindringt. Zähne mit mehreren Wurzeln enthalten eine einfache centrale Höhle, zu welcher durch jede Wurzel ein Canal tritt, und einen einfachen Keim mit Fortsätzen oder Hörnern, die den Wurzeln entsprechen.

Die Krone wird hauptsächlich aus zwei Substanzen zusammen-

gesetzt; die äußere ist fester und glänzend und überzieht gleich einer Rinde die innere Substanz, jene wird Schmelz, diese Zahnbein genannt. Die Wurzel besteht innerlich zum größten Theil aus Zahnbein, welches mit dem Zahnbein der Krone ununterbrochen zusammenhängt. Der Schmelzüberzug endet aber am Halse des Zahnes und statt dessen erhält die Wurzel einen Ueberzug von einer eigenthümlichen Substanz, welche Zahnkitt oder Cement oder Rindensubstanz genannt wird. Diese setzt sich auch in feiner Lage über den Schmelz der Zahnkrone fort.

Das Cement gleicht hinsichtlich des feineren Baues in allen Punkten dem Knochengewebe. Es hat dieselben kalkerfüllten Höhlen mit den sternförmigen Fortsätzen und Canälchen, wie die Knochensubstanz. Die mittlere Größe der Höhlen beträgt 0,0062‴, der Durchmesser der Canälchen 0,0002—0,001‴ (Retzius). Die Lage dieser Rindensubstanz ist am stärksten an der Wurzel, gegen die Spitze derselben, und in der Vertiefung zwischen je zwei Wurzeln an der Superficies alveolaris. So nennt nämlich Purkinje die der Kaufläche entgegengesetzte Fläche des Zahnes, bei einfacher Wurzel ist sie nicht sichtbar und setzt sich in die Wurzel fort; wenn mehrere Wurzeln vorhanden sind, so entstehen sie nicht unmittelbar nebeneinander und zwischen dem Ursprunge derselben bleibt die Superficies alveolaris frei. Die Cementlage der Wurzel ist um so dünner, je jünger der Zahn; bei älteren Zähnen wird sie dicker und bildet die sogenannten Exostosen. Bei verwachsenen Wurzeln kommt nach Linderer[1] Cement auch an der Verwachsungsstelle vor. Von der Spitze an allmählig sich verdünnend, entzieht sich die Cementlage dem unbewaffneten Auge da, wo der Schmelzüberzug der Krone beginnt, doch hat sie schon Fränkel[2] einmal eine kurze Strecke weit über den Schmelz verfolgt und Nasmyth[3] beschrieb unter dem Namen der persistenten Zahnkapsel eine den Schmelz der menschlichen Zähne überziehende, feine Schicht, die nichts Anderes seyn kann, als Cement. Nach Behandlung mit Salzsäure stellte sie sich als ein feines Häutchen dar, welches sich in die Zahnhöhle hinein erstreckte und den ganzen Zahn wie eine Kapsel überzog. Am besten sieht man sie in eben durchgebrochenen Zähnen, einzelne

1 Zahnheilk. S. 171. Taf. XI. Fig. 3.

2 Dent. structura. p. 7.

3 *Medico-chirurg. transact. XXII, 312.*

Ueberreste derselben kommen aber auch an abgenutzten Zähnen vor. Die äußere Lage des Häutchens soll faserig, die innere netzförmig seyn, wie aus sechseckigen Zellen zusammengesetzt, vielleicht Abdrücke der aufsitzenden Schmelzfasern. Nasmyth sah beim Menschen keine Knochenkörperchen. Von der Wurzel läßt sich an Menschenzähnen, deren Knochenerde in Säuren aufgelöst worden, der Knorpel der Rindensubstanz in Form einer Haut leicht abziehen. Er ist nach Fränkel, lamellös und scheint weniger consistent zu seyn, als der Knorpel des Zahnbeines. Auf Querdurchschnitten erscheinen im Cement des Zahnes die Knorpelkörperchen in concentrischen Ringen (Retzius). Nach Lassaigne[1] besteht der Zahnkitt beim Rinde aus:

Thier. Materie . . .	42,18
Phosphorsaurem Kalk	53,84
Kohlensaurem Kalk .	3,98

Das Zahnbein oder Elfenbein ist in seiner Zusammensetzung dem Knochen nahe verwandt. Es besteht ebenfalls aus einer organischen Grundlage, welche nach Extraction der Kalkerde leicht durch Kochen in Leim umgewandelt wird, und aus den Kalksalzen des gewöhnlichen Knochens, nur in etwas anderen Verhältnissen. Nach Berzelius enthält das menschliche Zahnbein:

Knorpel	28,00
Phosphorsauren Kalk und Fluorcalcium	64,30
Kohlensauren Kalk	5,30
Phosphorsaure Magnesia	1,00
Natron und Chlornatrium	1,40

Nach Pepys[2]:

Gallert	28
Phosphorsauren Kalk	58
Kohlensauren Kalk .	4
Wasser und Verlust	10

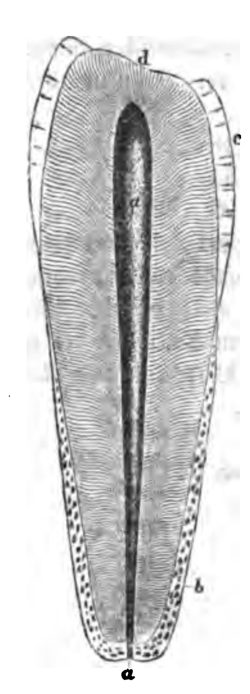
Die Menge der thierischen Substanz im Verhältniß zur erdigen und die Menge des kohlensauren Kalkes im Verhältniß zum phosphorsauren ist also etwas geringer, als bei den Knochen.

Das Zahnbein wird gebildet von einer homogenen Grundlage und von Fasern, welche wahrscheinlich hohl sind. In diesen ist

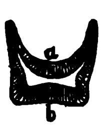
1 *Rousseau, Anat. comp. p. 262.*

2 *Fox, Nat. hist. I, 92.*

Knochenerde in Pulverform deponirt und die homogene Substanz ist von den Kalksalzen ebenso wie die Grundlage des Knochens durchdrungen. Mittelst Kochen in kaustischem Kali wird der Knorpel ausgezogen und die erdigen Theile bleiben in Form kleiner Körnchen im Zusammenhange, wenn gleich leicht zerreiblich zurück. Der Canal des Zahnkeimes selbst kann als ein centraler Markcanal betrachtet werden, von welchem andere Canäle ausgehen, die die Substanz des Zahnes durchziehen.



Nach der Beschreibung von Retzius nämlich, womit die neueren Beobachtungen übereinstimmen, ist die Zahnhöhle (a a) auf ihrer ganzen inneren Oberfläche von einer Menge feiner Oeffnungen durchbohrt und diese führen in Canäle, welche quer durch die Dicke des Zahnbeines (d) bis zu dessen Oberfläche verlaufen, wo es an den Schmelz (c) oder das Cement (b) grenzt. Man sieht diese Canäle gleich parallelen Fasern an seinen Durchschnitten des Zahnknorpels, den man vorher, jedoch nicht zu lange, mit Salzsäure behandelt und von der Knochenerde befreit hat, sowie an dünn geschliffenen oder von der Bruchfläche abgeschabten Plättchen des festen Zahnbeines. Um diese zur Betrachtung mit dem Mikroskop geschickt zu machen, ist es nöthig, ihnen mit Wasser, Oel oder Terpenthinfirniß eine gleichmäßig ebene Oberfläche zu ertheilen. Bei völliger Tränkung verschwinden aber die Röhren wieder und zwar von den feinsten Zweigen an in dem Maaße, als sie von der Flüssigkeit vollkommen erfüllt werden. Beim Menschen erscheinen die zunächst nebeneinander liegenden Röhren einander parallel, alle stehen strahlenförmig gegen die Höhle des Zahnes, die an der Kaufläche endenden ziemlich perpendiculär, die der Seitentheile horizontal.



In Zähnen mit mehreren Wurzeln haben die Fasern sowohl von der Kaufläche (b) als von der Alveolarfläche (a) eine gegen die Höhle perpendiculäre Richtung, so daß sie durch die Zahnhöhle nur unterbro-

chen scheinen[1]. In der Krone der Backenzähne kann man sich den Verlauf der Fasern am besten so vorstellen, daß man jene Zähne als ebensoviel mit einander verschmolzene Eckzähne betrachtet, als die Krone Spitzen hat. Von Unterbrechungen im Laufe der Fasern hängt es wahrscheinlich ab, daß die Zähne sich, wie Rudolphi gefunden[2], nach Einwirkung von Salzsäure an gewissen Stellen spalten. Indeß bemerkt Meckel mit Recht[3], daß die Spaltungen nicht so regelmäßig, als Rudolphi angab, und daß sie nicht auf die Krone beschränkt seyen, sondern sich in die Wurzel erstrecken. Hier scheinen sie aber ganz zufällig zu seyn, man kann die Theilung ins Unendliche fortsetzen. Nur an wenigen Stellen, und auch an diesen nicht constant, gehen die Röhren gerades Weges von der Zahnhöhle zur äußeren Fläche. Solche Stellen sind diejenigen, welche der Spitze oder den Spitzen der Krone und dem Anfange des untersten Drittels der Wurzel entsprechen. An den übrigen Stellen haben die meisten die Form einer krummen Linie mit drei Biegungen, die erste Biegung, zunächst der Markröhre, kehrt ihre Concavität gegen die Kaufläche des Zahnes, die zweite gegen die Wurzel, die dritte wieder gegen die Kaufläche. Zuweilen kommt noch eine vierte Biegung hinzu, der zweiten parallel; in der Wurzel kommt an den kürzeren Röhren nur eine einfache, Sförmige Krümmung vor. Die Biegungen an einander entsprechenden Stellen beider Seiten scheinen in wohlgebildeten Zähnen nach einer gewissen Symmetrie zu streben; gegen die Mitte der Krone kommen sonach die mittleren Biegungen dahin, daß sie divergiren. Am regelmäßigsten findet man diese Biegungen in Scheibchen von Vorderzähnen, welche in der Richtung von vorn nach hinten und parallel mit der Axe des Zahnes geschnitten worden sind. Sie bewirken hier einen Atlasglanz oder eine Reihe schillernder, der Zahnhöhle concentrischer Streifen, welche schon von Schreger bemerkt wurde[4].

Außer den größeren Biegungen sieht man bei einer stärkeren Vergrößerung, daß die Röhren noch andere kurze, dicht auf einander folgende Krümmungen in Form einer wellenförmig gebogenen

[1] Fränkel, a. a. O. p. 10.

[2] Reil's Arch. III, 401.

[3] Dessen Arch. III, 471.

[4] Isenflamm und Rosenmüller, Beitr. I, 2.

Linie besitzen[1]. Auf 1‴ Länge kommen bis 200 Krümmungen der letzten Art. In den Milchzähnen sind sie im Allgemeinen geringer an Zahl, auch sind sie schwächer gegen die äußeren Enden der Röhren, als mitten in denselben. Außerdem kommen, vorzüglich in älteren Zähnen, stärkere und schwächere Biegungen vor, welche in einer Menge auf einander folgender Röhren einander entsprechen und dadurch Streifen, dem Durchschnitte der inneren Oberfläche des Zahnes concentrisch, bilden, welche von längslaufenden Röhren hervorgebracht scheinen könnten. An feinen Schnitten des Zahnknorpels werden die Biegungen durch Druck ausgeglichen[2].

In dem ganzen Verlaufe der Röhren von innen nach außen kommen dichotomische Theilungen vor und werden nach beiden Seiten feine Zweige abgegeben, wobei das Lumen der Röhren sich besonders von der Mitte des letzten Drittels an, gegen das äußere Ende hin vermindert. Die Zweige theilen sich wiederum und füllen theils die Zwischenräume zwischen den einander zunächst gelegenen Röhren aus, theils laufen sie über diese weg und scheinen sich in den nächsten Zwischenraum zu schlängeln[3]. Der Zahnhöhle zunächst sind die Zweige seltener und erscheinen oft nur wie kleine Unebenheiten oder Spitzen. Es scheint nicht, daß die Zweige verschiedener Röhren sich, außer etwa an ihren Enden, untereinander verbinden. Den Durchmesser der Röhren fand ich beim Menschen, auch ganz in der Nähe der Zahnhöhle, nie über 0,001‴[4], am Ende werden sie unmeßbar fein oder gehen in kleine, unregelmäßige, runde, zerstreute Zellen über. Der Abstand der Röhren von einander ist in ihrer Mitte ungefähr dreimal so breit, wie der Durchmesser einer Röhre, im Anfang sind sie einander näher.

Die Canäle sind mit einer erdigen Substanz erfüllt, welche bei durchfallendem Lichte wie in Klümpchen, aus feinen Körnchen zusammengesetzt, erscheint. Querschnitte derselben, auf dunklem Grunde angesehen, nehmen sich aus wie weiße Pünktchen und werden mittelst verdünnter Säure durchsichtig, auch die am Rande von Bruchstücken vorragenden Röhrenfragmente sind steif und weiß; durch Säuren kann man sie biegsam und durchsichtig machen (Taf. V.

[1] Retzius in Müll. Arch. 1837. Taf. XXI. Fig. 2.

[2] Fränkel, a. a. O. p. 13.

[3] Retzius, a. a. O. Taf. XXII.

[4] 0,0023‴ Retzius. 0,0008 — 0,0015‴ Linderer. 0,0007 — 0,0023‴ Krause. 0,0013 — 0,0016‴ in der Nähe der Zahnhöhle, Bruns.

Fig. 11 bb) und die in der Röhre fortschreitende Auflösung mit Augen verfolgen. Es scheint, daß die Röhrenwand selbst mit Salzen imprägnirt ist und die Röhre außerdem Kalkdeposita enthält, von welchen sie aber nicht ganz ausgefüllt wird, da sie gefärbte Flüssigkeiten, z. B. Dinte, vermöge der Capillarität leicht aufnimmt[1]. Auf dünnen Querschnitten des Zahnbeines sieht man die Lumina der Röhren zum Theil rund, zum Theil oval (Taf. V. Fig. 12), je nachdem die Röhren gerade oder schief durchschnitten sind. Oft ist der Schnitt mitten durch das Lumen einer Röhre gegangen und dann zeigt sich eine Einbiegung am Schnittrande (a). Die gerade durchschnittenen Röhrchen lassen, wie erwähnt, das Licht durchfallen, die schief durchschnittenen sind theilweise oder ganz dunkel. Das Lumen vieler Röhren ist an geschliffenen Querschnitten von einem zweiten Kreise umgeben und der Ring, welcher das Lumen begrenzt, ist etwas dunkler und gelblicher, als die Grundsubstanz des Zahnes[2]. Purkinje und Retzius nehmen diesen Ring für den Durchschnitt der Röhrenwand und sehen darin einen Beweis, daß die Materie, aus welcher die Wand der Röhre gebildet ist, mit der homogenen Grundsubstanz des Zahnbeines nicht ganz übereinstimme.

Es kann nach den angegebenen Thatsachen kaum zweifelhaft seyn, daß die beschriebenen Canälchen den Namen wirklich verdienen und hohl sind, allein die Wandung derselben halte ich für unmeßbar fein und habe mich nicht überzeugen können, daß die dunkeln Ringe an dem Querdurchschnitte nicht von einer optischen Täuschung herrühren. An dem Zahnknorpel nach Extraction der Kalkerde sind sie nicht sichtbar. An Längsschnitten des Zahnbeines oder Zahnknorpels ragen oft die Röhrchen eine Strecke weit vor; sie sind weiß, glänzend und steif am Zahnbein, dunkel, feingeschlängelt oder gebogen, wie dünne Fasern des elastischen Gewebes, wenn die Kalkerde ausgezogen ist. Der Durchmesser dieser Röhren ist gleich dem Durchmesser des Lumens an Querschnitten von derselben Stelle Er müßte aber begreiflicher Weise viel stärker seyn, wenn die Ringe um das Lumen der Wand der Röhrchen angehören sollten.

Ich habe die Grundsubstanz des Zahnbeines homogen genannt. So ist sie bisher von den meisten Beobachtern beschrieben worden, so erscheint sie auch an fein geschliffenen Lamellen von Zahnbein

1 Nach Purkinje und Müller s. Miescher, Inst. oss. p 272.

2 Retzius, a. a. O. Taf. XXI. Fig. 3. b.

auf dem Längs- und Querschnitte, und auf dem Querschnitte des Zahn-
knorpels zeigt sich nur selten ein Netz feiner Linien zwischen den Röhr-
chen, welches auf einen zusammengesetzteren Bau deutet. Dagegen ist
auf Longitudinalschnitten leicht zu erkennen, daß der ganze Zahnknorpel
aus Fasern besteht, welche in derselben Richtung gehen, wie die Zahnca-
nälchen, so daß jedes Canälchen zwischen je zwei Fasern verläuft (Taf. V.
Fig. 11). Macerirt man den Zahnknorpel nur kurze Zeit in Was-
ser, so läßt er sich leicht in Fasern reißen, die öfters von der Zahn-
höhle gegen die Oberfläche hin keilförmig an Breite und Stärke
zunehmen. Jede dieser Fasern ist ein Bündel mikroskopischer Fa-
sern (a a), welche in der Farbe mit den Fasern der mittleren Ar-
terienhaut, in der Form mit den äußeren Linsenfasern viele Aehnlich-
keit haben. Sie sind etwas abgeplattet, bis 0,0029" breit, blaß,
körnig und besonders an den seitlichen Rändern, wo sie aneinander
liegen, rauh, fast zackig. Durch Essigsäure werden sie etwas blas-
ser, lösen sich aber nicht auf. Bifurcationen oder Verästelungen
derselben habe ich nicht gesehen und muß sie daher, wenn sie vor-
kommen sollten, für eine Seltenheit halten. Wenn daher die abge-
rissenen Faserbündel von innen nach außen an Stärke zunehmen,
so kann dies nicht Folge einer Vermehrung der Fasern durch Thei-
lung seyn, sondern ich glaube vielmehr, daß zwischen die Fasern,
welche zunächst an der Zahnhöhle entspringen, von Strecke zu Strecke
neue Fasern eingeschoben werden, oder umgekehrt, daß nicht alle Fa-
sern von der Oberfläche des Zahnes bis zur Zahnhöhle reichen.
Wie erwähnt, wird in der Regel die Fuge zwischen je zwei Fasern
von einem Zahnröhrchen eingenommen. Dies ragt am Schnittende
oft weit über die Schnittenden der Fasern vor, oft aber ist es wei-
ter oben abgerissen, als die Zahnfasern, und die Fuge liegt frei zu
Tage. Auch finden sich öfters mehrere Fasern, zwischen welchen
keine Röhrchen oder nur kurze und unterbrochene Fragmente der
letzteren liegen. Ob dieser Zustand natürlich oder ob die Röhren bei
der Präparation abgelöst worden ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Man könnte vermuthen, daß die Trennung der Zahnsubstanz
in Fasern nur künstlich und eben durch den Verlauf der Röhren
bedingt sey, da auch eine homogene Substanz am leichtesten da bre-
chen muß, wo sie durch den Druck der aufliegenden Röhren ver-
dünnt ist. Vergleicht man aber die Fragmente des Zahnknorpels
mit anderen faserigen Geweben, erwägt man z. B. die Aehnlichkeit
der Zahnfasern mit den eigentlichen Fasern der mittleren Arterien-

aut, die Aehnlichkeit der Zahnröhrchen mit den Kernfasern der letzteren (auch die Bifurcationen und die Verästelungen sind beiden gemeinsam), so kann man nicht zweifeln, daß die Bildung eine ursprüngliche sey. Einen entschiedenen Beweis dafür wird uns die Entwickelungsgeschichte des Zahngewebes liefern.

Der faserige Bau der Grundsubstanz erstreckt sich nicht durch das ganze Zahnbein. Wenn man an der Wurzel von der Zahnhöhle aus gegen die Cementlage reißt, so brechen die Fasern an der inneren Oberfläche des Cements unregelmäßig ab und das Cement bleibt als eine feste Lamelle zurück. Eine ähnliche, nur viel feinere Lamelle, die nicht faserig ist, existirt an der Zahnkrone als Grenze des Zahnbeines gegen den Schmelz; es ist die dünne Lage, in welcher die Zahncanälchen sich aufs Feinste verästeln und in wahre Knochenkörperchen übergehen. Hier ist der Zahnknorpel ebenso structurlos, wie der Knochenknorpel und der Knorpel des Cements.

Der Zahnschmelz ist noch ärmer an thierischen Bestandtheilen, als das Zahnbein. Er hinterläßt bei der Auflösung in sehr verdünnten Säuren ein viel zarteres, häutiges Gewebe, an welchem eine schwach faserige Structur zu erkennen ist[1]. Wirkt die Säure lange ein, so zieht es sich zu einem braunen Häutchen zusammen, von welchem Berzelius glaubte, daß es nur an der inneren Seite des Schmelzes, zwischen ihm und dem Zahnbein liege, und an welchem Retzius eine Menge feiner, dichtstehender Löcher bei der mikroskopischen Untersuchung wahrnahm. Die thierische Substanz macht im Zahnschmelz nach Berzelius nur 2 Procent aus. Die Bestandtheile desselben sind, nach Berzelius:

Phosphorsaurer Kalk und Fluorcalcium	88,5
Kohlensaurer Kalk	8,0
Phosphorsaure Talkerde	1,5
Organische Substanz, Alkali und Wasser	2,0.

Lassaigne giebt dagegen die Menge der organischen Substanz viel höher an, nämlich:

Phosphorsauren Kalk	72
Kohlensauren Kalk	8
Thierische Materie	20

und damit stimmt die Analyse von Pepys ziemlich überein, wonach der Schmelz besteht aus:

[1] Fränkel, a. a. p. 8.

Phosphorsaurem Kalk	78
Kohlensaurem Kalk	6
Wasser und Verlust	16

Der Schmelz besteht aus soliden, 4—6seitigen Prismen oder Fasern, welche mit der einen Endfläche auf dem Zahnbein sitzen, mit der anderen frei an der Oberfläche des Zahnes zu Tage kommen. Die Oberfläche des Zahnbeines ist rauh und bildet eine Menge kleiner Spitzen und Vertiefungen, in welche die inneren Enden der Fasern des Schmelzes eingreifen. Die äußeren Enden an der Oberfläche des Zahnes sind etwas abgerundet, in abgenutzten oder der Quere nach abgeschliffenen Zähnen sind die äußeren Endflächen platt, polygonal, nach Purkinje viereckig, nach Retzius[1] sechseckig. So lange der Zahn noch in seinem Säckchen verborgen ist, ist der Schmelz weich, läßt sich leicht in die einzelnen Prismen trennen und diese erscheinen in Form kleiner, eckiger Nadeln von 0,002‴ Durchmesser[2], kaum merklich stärker an den äußeren Enden, als an den inneren. An einigen sieht man kleine, dicht stehende Querstriche, von denen einige über das ganze Prisma, andere nur über einen Theil desselben sich erstrecken[3]. Linderer[4] fand sie nicht, mir kam es vor, als seyen es Enden auf einander liegender, schief abgeschnittener Prismen. Wenn der Zahn durchgebrochen und der Schmelz fest geworden ist, so muß man, um die Prismen im Zusammenhange zu sehen, dünne Scheiben schleifen, welche der Länge nach durch die Zahnhöhle und nahe der Axe geschnitten sind. Die Prismen werden deutlicher, wenn man die Scheibe eine kurze Zeit in verdünnte Säure und dann in Wasser legt (Fränkel). Auch hier zeigen sich die Querstriche in nicht ganz gleicher Entfernung von einander und bald über mehrere Fasern in einer Linie sich fortsetzend, bald auch in zwei nebeneinander liegenden Fasern alterniren.

Die Richtung der Schmelzfasern ist im Allgemeinen gleich der Richtung der Zahnröhren, senkrecht gegen die Oberfläche der Zahnhöhle, so daß sie an der Kaufläche perpendiculär stehen und gegen den Hals des Zahnes allmählig horizontal zu liegen kommen; sie setzen sich aber nicht in derselben Richtung fort, wie die Zahnröhren

1 a. a. O. Taf. XXI. Fig. 9.

2 0,0015—0,0023‴ Krause. 0,0013—0,0021‴ Bruns.

3 Fränkel, a. a. O. Fig. 6. Retzius, a. a. O. Taf. XXI.

4 Zahnheilk. S. 185.

sondern bilden mit denselben einen stumpfen, gegen die Are des Zahnes offenen Winkel. Benachbarte Schmelzfasern laufen einander parallel, häufig in wellenförmigen und selbst in starken Zickzackbiegungen, zuweilen gehen die Biegungen verschiedener Fasern einander entgegen und ein Theil endet mit schief abgestutzten Flächen gegen die anderen, ohne an die Oberfläche des Zahnes zu gelangen. Dagegen kommen im äußeren Theile der Backenzähne Systeme von gleichsam eingekeilten Fasern vor, welche nicht bis zur Oberfläche des Zahnbeines reichen. In den Kronen und Gruben der mehrspitzigen Zähne gehen sie von einzelnen Punkten, wie von Wirbeln aus.

An der Oberflache des Schmelzes und auf Durchschnitten desselben entdeckt man mit bloßem Auge oder mit der Lupe mancherlei Streifen und Zeichnungen, deren Ursachen noch nicht hinreichend ergründet sind. Sehr regelmäßige und wellenförmige Querstreifen verlaufen über die vordere Fläche und rings um die Krone, namentlich an den Vorder- und Eckzähnen so dicht, daß Retzius deren 24 innerhalb einer Linie zählte. Leeuwenhoek[1] hielt diese Streifen für Spuren des Durchganges der Zähne durch das Zahnfleisch, welcher in einzelnen Absätzen stattfinden sollte. Nach Retzius rühren sie davon her, daß die Schmelzfasern in einzelnen Gürteln abgelagert sind, welche schief von der Krone gegen die Spitze aufsteigen und von welchen immer der eine einen Theil des nächst unteren dachziegelförmig deckt. Krause[2] unterscheidet durch den ganzen Schmelz bläulich- und kreideweiße Fasern, welche entsprechend gefärbte, platte Schichten bilden. Die Schichten liegen mit den Flächen aneinander, seyen mit den Rändern gegen die innere und äußere Oberfläche der Schmelzlage gewandt und erscheinen demnach an der Oberfläche, aber auch an geschliffenen Querschnitten als ringförmig abwechselnde Streifen, von der Dicke je zweier Schichten, welche 1/28''' betrage. Mir schien diese Streifung auf dieselbe Weise erzeugt zu werden, wie die Bänderung an den Sehnen- und Nervenfasern, nämlich durch eine wellenförmige oder zickzackförmige Biegung der Schmelzfasern, die man an dünnen Plättchen des noch weichen Schmelzes von der Oberfläche junger Zähne gut beobachten konnte.

1 Opp. I C. p. 5

2 Anat. 2. Aufl. I, 152.

Eine zweite Zeichnung besteht in parallelen, meist bräunlichen Strichen, welche an den Spitzen dem Rande des Zahnbeines concentrisch verlaufen, an den Seiten fast parallel der Zahnaxe gehen[1]. Mit bloßem Auge sieht man nur eine kleine Zahl derselben, mit der Lupe kommen zwischen diesen gröberen noch feinere zum Vorschein. Schreger hielt sie für Grenzen von drei verschiedenen Schichten des Schmelzes[2], Retzius ist geneigt, sie von den aufeinander treffenden und stärkeren Querstrichen der Schmelzfasern abzuleiten, Purkinje[3] glaubt, daß sie durch Wellenbiegungen, Linderer, daß sie durch Absätze in der Bildung des Schmelzes veranlaßt werden.

Eine dritte Art von Streifen, Schreger's Faserstreifen[4], erscheint an Längsbrüchen des Schmelzes, wenn man sie mit der Lupe auf dunklem Grunde betrachtet. Sie sind kurz, weiß, meist bogenförmig, bald in gleichen, bald in ungleichen Richtungen mit den Schmelzfasern. Auch diese werden nach Retzius von den zusammentreffenden Parallelschatten der Querstreifen in den Schmelzfasern erzeugt, Krause[5] leitete sie von einer kürzeren Biegung ganzer Reihen von Schmelzfasern her. Richtiger scheint mir die Erklärung von Purkinje[6], wonach sie dadurch entstehen, daß die Biegungen der wellenförmig und parallel verlaufenden Fasern zum Theil durchschnitten werden und die Durchschnittflächen das Licht auf verschiedene Weise zurückwerfen.

An der Grenze des Zahnbeines und Schmelzes zeigen sich in dem letzteren Spalten in ziemlich regelmäßigen Abständen, welche von einzelnen vorragenden Punkten des Zahnbeines ausgehen und sich bis zu einer gewissen Tiefe in den Schmelz verbreiten und verzweigen[7]. Ihre Bedeutung ist unbekannt. Spalten, wodurch die Fasern in größere Bündel abgetheilt werden, kommen auch im weichen Schmelze des Fötus vor.

In den menschlichen und Säugethierzähnen gehen weder Ge-

1 Fränkel, a. a. O. fig. 1, C. fig. 2. 4. Retzius, a. a. O. Taf. XXI. Fig. 7. dd*. Linderer, Taf. XII. Fig. 2. f. g. o.

2 a. a. O. S. 3. Fig. 5.

3 Fränkel, a. a. O. p. 16.

4 a. a. O. S. 5. Fig. 7. 8.

5 a. a. O. S. 153.

6 Fränkel, a. a. O. p. 17.

7 Fränkel, p. 17. Linderer, S. 183.

iße noch Nerven über die centrale Höhle hinaus in die Substanz es Zahnes; die Pulpa, welche an der Spitze der Wurzel mit der Beinhaut der Alveola zusammenhängt, liegt nur ganz locker in der ahnhöhle und läßt sich ohne Zerreißung herausnehmen. Unter dem Mikroskop zeigt sie ganz scharfe Contouren. Man kann sie leicht n dünne Fäden, der Länge nach reißen, und diese bestehen, außer Gefäßen und Nerven, aus hellen, feinkörnigen, etwas abgeplatteten fasern, von der Stärke und dem Ansehen der gelatinösen Nervenasern, auf welchen ovale, häufiger aber zu kurzen und dünnen, eschlängelten, dunkeln Fasern verlängerte Zellenkerne liegen. Die ellen Fasern spalten sich nicht in Fibrillen und die dunkeln, aus Kernen hervorgegangenen Körperchen vereinigen sich nicht zu Kernasern. An der Oberfläche der Zahnpulpa liegt ein Gewebe, welhes dem später zu beschreibenden Gewebe der Schleimhäute gleicht. Es besitzt in einer homogenen Grundlage kleine dunkle Körnchen, einelne Cytoblasten und selbst Cytoblasten mit engen Zellen. Ein ordentiches Epithelium ist aber nicht vorhanden. Die Gefäßstämme laufen n der Axe der Pulpa, ihre capillaren Aeste bilden Längsmaschen; von den Plexus und Endschlingen der Nervenfasern war früher die Rede[1].

In dem Zahnfleische des Fötus und Neugeborenen, nahe dem Kieferrande, entdeckte Serres[2] in Gruppen vereinigte Körnchen, von der Größe eines Hirsekornes, den Meibom'schen Drüsen ähnlich mit einer weißen Substanz gefüllt. Sie konnten durch Druck entleert werden, unter dem Mikroskop zeigten einige in der Mitte ein braunes Pünktchen. Serres hielt diese Körnchen für Drüsen, welche ihr Excret entweder durch das Pünktchen, falls dies eine Oeffnung wäre, oder mittelst Durchschwitzung durch die Wände ergießen. Nach dem Ausbruche der Zähne sollten sie Weinstein absondern, weshalb sie den Namen Weinsteindrüsen, Glandulae tartaricae, erhielten. Raschkow[3], Fränkel[4] und Linderer[5] unter-

1 Die älteren Anatomen und noch Fränkel (a. a. O. p. 3) sprechen von einer Membrana dentis interna (das Periosteum der Alveole wird als Membrana dentis externa unterschieden) und verstehen darunter eine gefäßreiche Membran, welche die Zahnhöhle innerlich auskleide. Eine solche ist nicht vorhanden. Wenn die Pulpa entfernt ist, liegt das Zahnbein entblößt.

2 *Essai. p. 28.*

3 Meletemata. p. 11. fig. 12

4 a. a. O. p. 4.

5 a. a. O. S. 67. Taf. III. Fig. 4. 6.

suchten den Inhalt der Bläschen mikroskopisch und fanden in einer klaren Flüssigkeit dünne, polygonale Plättchen mit einem runden Kern, gleich den abgeplatteten Epitheliumzellen, zum Theil mit einer körnigen Substanz angefüllt. Nach Raschkow sind die Bläschen überall geschlossen. Ob sie im Erwachsenen fortbestehen, ist noch streitig. Blandin[1] behauptete es, Meckel dagegen hat sie nur gegen die Zeit des Zahnausbruches wahrgenommen und hält sie für Abscesse[2], Rousseau[3] und Linderer haben sie im Erwachsenen nicht gefunden. Ehe dieser Punkt entschieden ist, wäre es voreilig, über ihre Function zu entscheiden. Jedoch ist die Ansicht, welche Serres darüber aussprach, nicht sehr wahrscheinlich. Ich vermuthe eher, daß es Schleimdrüsen seyen und zwar der einfachsten Art, die als geschlossene Bläschen hier und da entstehen, dann sich öffnen und wieder verschwinden. Man kann häufig, besonders am Morgen ehe die Zähne gereinigt sind, durch Druck auf das Zahnfleisch zwischen dem Zahnfleische und dem Halse des Zahnes eine zähe weiße Substanz hervorquellen machen, die aus nichts als Schleimkügelchen besteht. Wahrscheinlich stammen diese aus einfachen, um den Hals des Zahnes sich öffnenden Drüsen.

Physiologie

Gegen die Mitte des dritten Monates findet sich innerhalb des verdickten Kieferrandes eine Reihe weißlicher, undurchsichtiger, aus einer weichen Haut gebildeter Zellen oder Bläschen, von denen jedes die ersten Rudimente eines Milchzahnes einschließt. Schon Hérissant[4] beschrieb Oeffnungen im Zahnfleische, mit welchen die Zahnsäckchen communiciren durch Canäle, welche sich beim Hervorbrechen des Zahnes erweitern sollten, Bonn[5] scheint dieselben Oeffnungen gesehen zu haben, konnte aber Borsten nur bis zu einer geringen Tiefe in dieselben einführen, Delabarre[6] fand die von Hérissant angegebenen Canäle im natürlichen Zustande solid; nach Behandlung der Kiefer mit verdünnter Salpetersäure sah er aber Grüb-

1 *Syst. dentaire. p. 61.*

2 Anat. IV. 220.

3 *Anat. comp. p. 44.*

4 *Acad. de Paris. 1754. p. 433.*

5 De contin. membranarum in Sandif. thes. II, 276

6 *Odontologie. p. 10.*

hen im Zahnfleische und in deren Grunde, der Anheftung der Stränge ntsprechend, einen weißlichen Punkt, von welchem aus sich eine eine Sonde in das Zahnsäckchen führen ließ. Aus ähnlichen Beobachtungen schloß Arnold[1], daß die Zahnsäckchen Einstülpungen er Schleimhaut des Mundes seyen; in Embryonen aus der neunten Woche bemerkte er in dem scharfen Rande jedes Kiefers eine Furche nit 10 Grübchen und etwas später eben so viele Oeffnungen, welche u Säckchen führten und eine Borste durchließen. Sie sollten sich lsbald schließen, indeß war das Säckchen des zweiten Backzahnes och im dritten Monat in offener Communication mit der Mundhöhle.

Diese Annahme, welche mit den meisten früheren Beobachtungen im Widerspruche stand, wurde auch von den Späteren entweer übergangen oder bestritten. Purkinje und Raschkow[2] leugneten die Existenz der Grübchen und Oeffnungen und behaupteten, aß das Zahnsäckchen von Anfang an vollkommen frei liege und nit dem Zahnfleische in keiner Verbindung stehe. Dagegen hat Linerer[3] die Oeffnungen im Kieferrande wiedergefunden und zuletzt gab Goodsir[4] eine detaillirte Beschreibung der ersten Vorgänge n der Entwickelung der Zähne, welche beweist, daß Arnold richig gesehen, obgleich das Gesehene nicht ganz richtig erklärt hat.

Nach Goodsir entstehen die Zahnsäckchen und Zahnkeime auf olgende Weise: Zuerst, bei einem Embryo etwa aus der sechsten Woche, welcher vom Scheitel bis zur Spitze des Steißbeines 7½''' naß, fanden sich an der Stelle der Kinnladen tiefe und enge Furhen zwischen den kaum angedeuteten Lippen und einer glatten, hufisenförmigen Leiste, welche im Oberkiefer dem ersten Rudimente des Gaumengewölbes entspricht. Bald erheben sich in der Furche zwichen der Lippe und der Leiste zwei Säume oder Wälle hintereinaner, ein vorderer oder äußerer, zunächst der Lippe, und ein hinterer der innerer, zunächst der Leiste. Zwischen beiden Wällen läuft ein richter Graben, die primitive Zahnfurche. Die Wälle werden imer höher und der Graben in demselben Maaße tiefer. Man muß ie Lippe nach vorn und die Leiste nach hinten auseinanderziehen, m den Graben mit seinen Wällen zu sehen.

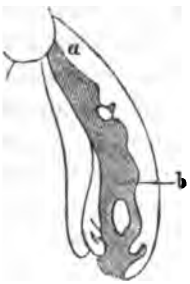
1 Salzb. Ztg. 1831. S. 236.

2 Meletemata. p. 20.

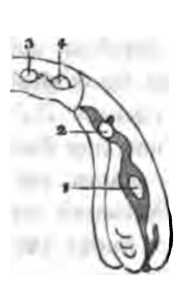
3 Zahnheilk. S. 68.

4 *Edinb. med. and surg. journ.* XXXI. *1 sq.*

Bei einem Embryo aus der siebenten Woche von 1" Länge, war im Oberkiefer der äußere Wall ganz, der innere nur am Seitentheile gebildet. Der äußere Wall (a) war am inneren Rande dreimal eingebogen und theilte den durch den Graben in drei Regionen, von welchen die hintere (b) zwischen zwei Wällen verlief, die mittlere und vordere nach innen offen war. Im Unterkiefer desselben Embryos fehlte dagegen der äußere Wall, der innere grenzte den Graben gegen die Mundhöhle ab und wölbte sich zugleich an einigen Stellen über denselben weg. Bei einem zwei Monate alten Embryo erstreckte sich der innere Wall im Oberkiefer weiter nach vorn und hinten und auch im Unterkiefer war der Graben deutlicher begrenzt und tiefer. Auf dem Boden der hinteren Abtheilung des Grabens im Oberkiefer zeigte sich ein isolirtes Wärzchen, ein zweites erschien am Rande des Walles in der zweiten Abtheilung; dies war nach außen durch eine Lamelle bedeckt, welche aus dem Walle hervorgewachsen war. An den entsprechenden Stellen des Unterkiefers waren zwei Wärzchen von ganz ähnlicher Beschaffenheit.



In der neunten Woche hatten sich beide Papillen (1, 2) vergrößert, die Wälle stießen vor und hinter der hintersten Papille (1) fast zusammen. Zugleich traten in jedem Kiefer zu jeder Seite des Lippenbändchens zwei kleine Anschwellungen nebeneinander auf (3, 4), jede nach vorn von einem erhabenen Saum bedeckt. Die der Mittellinie zunächst gelegene war die größte und schien zuerst entstanden zu seyn. Bei einem 10 Wochen alten Fötus haben sich die Papillen 1 und 2 schon in die Säckchen zurückgezogen, welche als Lamellen von der Basis der Papillen aus emporgewachsen sind, können aber noch durch die Oeffnungen der Säckchen wahrgenommen werden; die Säume um die Papillen 3 und 4 sind deutlicher. Auch diese wandeln sich bald zu offenen Säckchen um, indem sie mit ähnlichen Säumen an der hinteren Fläche der Papillen zusammenstoßen. In dem äußersten Winkel des Grabens, hinter der Papille 1, zeigt sich am Boden eine neue Anschwellung, erst im Oberkiefer, dann, eine oder zwei Wochen später, auch im Unterkiefer. In der 11ten bis 12ten Woche verschmelzen die Ränder der Wälle in den Zwischenräumen zwischen



en Säckchen, es bleibt nur eine Naht, welche durch die Oeffnun-
gen, die zur Höhle der Zahnsäckchen führen, unterbrochen ist. Die
Wälle sind nunmehr vordere und hintere Wand des Processus al-
veolaris, in dem Processus alveolaris jedes Kiefers liegen 10 Säck-
chen, in jedem Säckchen eine Papille. Jede Papille sitzt mit der
Basis am Boden des Säckchens fest und ragt mit der Spitze in
er 13ten Woche noch zur Oeffnung des Säckchens hervor, wie
man in nebenstehendem Längsdurchschnitte des Kie-

fers sieht, wo die Zahnpapillen durch die zu den-
selben tretenden Gefäßzweige ausgezeichnet sind. Jede
Papille hat schon die Form der Krone des Zahnes,
u dessen Bildung sie bestimmt ist. Der Form des Zahnkeimes
ntspricht auch einigermaßen die Form der Oeffnungen der Säckchen.
Der Rand der Schneidezahnsäckchen hat auf jeder Seite einen Ein-
chnitt und ist demnach zweilappig, der Rand des Säckchens für
en Eckzahn hat einen äußeren und zwei innere Lappen, an den
Backenzahnsäckchen sind 4—5 Lappen; jedes Läppchen entspricht einem
Höcker der Zahnkrone, jeder Einschnitt einer Furche der letzteren.

Von nun an wachsen die Papillen minder stark, als die übri-
gen Theile der Kiefer, sie sinken daher in die Säckchen zurück, wäh-
rend zugleich die Oeffnungen sich zusammenziehen. Dicht hinter
diesen zeigt sich an jedem Zahne eine scharfe, halbmondförmige Ver-
tiefung, deren Concavität der Oeffnung zugekehrt ist, von derselben
wird später noch die Rede seyn. Erst in der 16ten Woche sind die
Ränder und die Wände der beiden Wälle so fest verwachsen, daß
sie nicht mehr getrennt werden können und auch auf Durchschnitten
keine Spur der ehemaligen Spalte gefunden wird, außer einer
festen, dunkeln Narbe, die sich von der früheren Oeffnung des
Zahnsäckchens gerade zur Raphe des Zahnfleisches erstreckt.

Von sämmtlichen Milchzähnen entwickelt sich demnach zuerst
der vordere obere Backenzahn, ihm folgt im Oberkiefer der Eckzahn,
dann der innere, nach diesem der äußere Schneidezahn, zuletzt der
hintere Backenzahn. Im Unterkiefer treten die Keime in derselben
Ordnung auf, nur etwas später.

Die Bläschen liegen anfangs dicht aneinander und unmittelbar
über den Stämmen der Alveolargefäße und des Nerven, nur durch
eine weiche Substanz, die sich in Fäden zieht, von einander ge-
trennt; gegen die Mitte des Embryolebens werden die Wände zwi-
schen den Bläschen und am Boden derselben fester, stärker, all-

mählig knöchern, und bilden sich zu Alveolen aus. Erst verknöchert der Boden und dann die Scheidewand vom Boden aus gegen den Alveolarrand. An die knorpelige Decke der Alveole, den Zahnfleischknorpel, sind die Bläschen wie mit breiten, gefäßreichen Stielen angeheftet, an der entgegengesetzten Seite, dem Boden der Alveole, gehen Gefäße und Nerven in einem Strange aus dem Canalis alveolaris zu dem Zahnsäckchen. Die Höhle des letztern ist von einer zähen Flüssigkeit erfüllt, welche röthlich, später gelblichweiß ist und nach Meißner's Analyse[1] etwas Eiweiß, phosphorsauren Kalk, salzsaure und schwefelsaure Salze, beim Menschen auch eine freie Säure (Milchsäure), beim Kalbe ein freies Alkali enthält, der Hauptmasse nach aber aus einem Schleime besteht, der beim Zumischen von Wasser nach einiger Zeit in feinen Flocken theils suspendirt bleibt, theils sich zu Boden setzt und durch Säure gerinnt. Ohne Zweifel sind dies den Schleimkörperchen ähnliche Zellen, welche in dem Serum des Inhaltes der Zahnbläschen entweder frei schwimmen oder durch Maceration von den Wänden hineingerathen sind. Die Menge des phosphorsauren Kalkes scheint mit der beginnenden Entwickelung der Zähne zuzunehmen, die absolute Menge der Flüssigkeit vermindert sich aber in dem Maße, wie der Zahnkeim wächst.

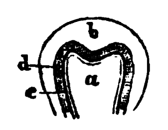
Die innere Fläche des Zahnsäckchens ist glatt, wie eine seröse Haut; von derselben erhebt sich an der Stelle, wo die Alveolargefäße eintreten, in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Zahnsäckchen der Zahnkeim, ein solider, aus Zellen gebildeter Körper, in welchem sich später Gefäße und nach längerer Zeit auch Nerven entwickeln. Seine Oberfläche ist überzogen mit einem durchsichtigen festen Häutchen, der Membrana praeformativa, welches gefäßlos ist und in einer structurlosen Grundlage runde Körner oder Höhlen enthält. Die zunächst darunter befindlichen Zellen stehen in regelmäßigeren Reihen, als die innersten, sind in die Länge gezogen und unter rechten oder wenig vom Rechten abweichenden Winkeln gegen die Oberfläche gerichtet. Alle enthalten einen Nucleus (Schwann). In der Tiefe giebt es nur rundliche Zellen und zwischen diesen und den cylindrischen Formen der Oberfläche kommen alle Uebergänge vor, wie beim Cylinderepithelium, weshalb ich eine weitläufigere Beschreibung für entbehrlich halte. Indem aber der Zahnkeim wächst

1 Meck. Arch. III, 642.

so gehen neue Schichten von rundlichen Zellen unter der Oberfläche in die cylindrische Form über, stoßen der Länge nach aneinander und werden zu Fasern, welche radial von der Axe der Pulpa zur Oberfläche verlaufen und in regelmäßigen Abständen mit ihren Zellenkernen bedeckt sind. Diese, anfangs rundlich, werden allmählig oval, verwandeln sich in die bekannten, kurzen, geschlängelten Körperchen und stoßen endlich ebenfalls zu Fasern zusammen, an welchen auch Queräste bemerklich werden.

Wenn die Verknöcherung bevorsteht, erhebt sich die **Membrana praeformativa** in einzelnen Hügelchen, welche die Grundlage der Erhabenheiten sind, in welche die Schmelzlage des reifen Zahnes eingreift.

Dem Zahnkeime gegenüber und, wie es scheint, ebenfalls im Zusammenhange mit dem Zahnsäckchen, entsteht das Schmelzorgan (die äußere Pulpa Hunter, **Organon adamantinae** Purkinje); es stellt anfangs, wenn der Zahnkeim kaum angedeutet ist, einen kugeligen Körper mit etwas rauher Oberfläche dar und besteht im Innern aus Körnchen, welche allmählig eine polygonale Form annehmen und durch Fasern verbunden sind [1]. Vielleicht entsprechen die Körnchen der Knochenkörperchen und die Fasern den von denselben ausgehenden Canälchen. In dem Maaße, wie der Zahnkeim gegen die Höhle des Zahnsäckchens hin wächst, entsteht in dem gegenüberstehenden Schmelzorgan ein entsprechender Eindruck, der nach und nach immer tiefer wird und wenn sich der Zahnkeim (a), von der **Membrana praeformativa** (c) überzogen, in eine Art Papille von der Form des künftigen Zahnes verwandelt hat, an dem freien Rande scharf, an der Basis eingeschnürt, in der Mitte am breitesten: so sitzt das Schmelzorgan (b) wie eine Kappe über dem Keime, ein genauer Abguß desselben, und kann von ihm abgelöst werden.



Wenn das Schmelzorgan diese Form erlangt hat, so überzieht sich die Höhle desselben, welche der Oberfläche des Zahnkeimes anliegt, mit einer Schicht länglicher, regelmäßiger Zellen (d), die alle senkrecht auf die Fläche des Schmelzorganes stehen. Die Zellen sind cylindrisch oder polygonal, an beiden Enden abgestutzt, den Zellen des Cylinderepitheliums ähnlich und gleich diesen mit einem Kerne versehen [2]. Sie entstehen auf dieselbe Weise, wie die Fasern

1 Raschkow, a. a. O. Fig. 7, α.

2 Schwann, Mikrosk. Unters. Taf. III. Fig. 4.

des Zahnkeimes, durch Verlängerung von Zellen, und werden zu Fasern durch Verschmelzung der verlängerten Zellen. Die Kerne scheinen aber bald zu verschwinden. Man sieht nur Bündel von mehreren Schmelzfasern durch dunklere Linien getrennt und auch in diesen keine Kernfasern. Zuerst ist die oberflächlichste Faserschicht genau mit dem Schmelzorgane verbunden, allmählig löst sie sich mehr und mehr und wird zu einer selbstständigen Haut, welche Schmelzhaut, Membrana adamantinae, genannt werden kann. Sie löst sich überall leicht von dem Parenchym des verdünnten Schmelzorganes, außer in den Höhlen der Krone der Backenzähne, wo das Schmelzorgan bis vor dem Durchbruche des Zahnes eine bedeutende Dicke behält.

Zu jedem Zahnsäckchen kommt ein Zweig der Arteria dentalis. Er verbreitet sich zum Theil äußerlich auf demselben und anastomosirt mit Aesten, die aus dem Zahnfleische kommen; aus diesem Netze gehen feine Aeste durch die Wand des Zahnsäckchens bis an seine innere Oberfläche. Die Hauptäste der Arteria dentalis gehen zur Zahnpulpa und bilden in derselben einen Plexus. Die Schmelzmembran ist gefäßlos. Auch die äußere Schicht des Zahnsäckchens wird allmählig fester, ärmer an Gefäßen und bildet sich zum Periosteum der Alveole aus oder verschmilzt mit demselben und ... liegt in dem geschlossenen Zahnsäckchen, von dessen Boden sich erhebend, der Zahnkeim, welcher indeß genau die Form der künftigen Zahnkrone angenommen hat und an den Backenzähnen ebensoviele Spitzen zeigt, als der reife Zahn; die äußerste Schicht des Zahnkeimes bildet die Membrana praeformativa, die Form der letzteren wird genau wiederholt durch die Membrana adamantinae

1 Bei dem Streite über die Zahl der Häute des Zahnsäckchens und das Verhalten der Gefäße in demselben ist die Schmelzhaut bald als ein Theil des Zahnsäckchens, bald als ein besonderes Gebilde beschrieben worden. Hunter (Natürl. Gesch. S. 90) nimmt zwei Lamellen des Zahnsäckchens an, eine äußere gefäßlose und eine innere gefäßreiche. Das Schmelzorgan und die Schmelzhaut hat er als äußere breiartige Substanz sehr genau beschrieben. Nach Blake dagegen (Reil's Arch. IX, 316) ist das äußere Blatt des Zahnsäckchens schwammig, vasculös, das innere fest, nicht injicirbar; das innere Blatt ist die Schmelzhaut. Serres (Essai. p. 13), Fox (Nat. hist. I, 20), Meckel (Anat. IV, 214) und E. H. Weber (Hildebr. Anat. I. 212) nennen beide Häute gefäßreich, haben also das Zahnsäckchen in zwei Blätter getrennt und die Schmelzhaut übersehen. Nach Dietrich (Anleitung das Alter d. Pferde zu erkennen. 1822. S. 72) soll das Zahnsäckchen verknöchern, hier ist die Schmelzhaut für das Zahnsäckchen genommen. Bichat

nd diese endlich bekleidet an einzelnen Stellen noch das verdünnte
)arenchym des Schmelzorganes, welches von der Zahnfleischfläche
:ine Gefäße erhält, während die Pulpa aus dem **Canalis alveolaris**
ıit Blutgefäßen versorgt wird.

Sobald diese weichen Theile ihre Ausbildung erreicht haben,
› beginnt ihre Verknöcherung, nach Meckel [1] in folgender Reihe:
ınerer Schneidezahn, vorderer Backenzahn, äußerer Schneidezahn,
ckzahn, hinterer Backenzahn. Die Pulpa wird sehr blutreich und
:tzt an der äußersten Schicht Knochenscherbchen an, die sich all-
ıählig gegen die Wurzel hin ausdehnen; an den mehrspitzigen
Zähnen entstehen solche Scherbchen auf jeder Spitze; sie schreiten
;egen die Gruben der Kaufläche und gegen die Seitenwände vor
ınd stoßen in den ersteren bald zusammen. In dem Maaße, wie
ie von außen nach innen an Dicke zunehmen, verkleinert sich die
Pulpa, verschmälert sich, zieht sich von der Kaufläche zurück und
virb endlich eingeengt bis zu dem Umfange, den sie auch im reifen
Zahne behält. Wie im reifen Zahne, so scheint auch beim Beginne
›er Ossification die innere Wand des Knochens und die äußere der
Pulpa nur in Contiguität, nicht in unmittelbarem Zusammenhange,
ınd das kleinste schon verknöcherte Scherbchen läßt sich ohne merk-
ichen Widerstand von der Pulpa abheben. In demselben Maaße,
vie die Knochenscherben auf der Zahnpulpa von außen nach innen
vachsen und innen neue Substanz ansetzen, lagern sich feine Schich-
en von Schmelz auf ihrer äußeren Oberfläche an und verdicken sich
›urch allmählig neuen Ansatz von der äußeren Fläche. Mit fort-
chreitender Verdickung der Schmelzlage vermindert sich die Mäch-
igkeit der Schmelzmembran, und wenn der Schmelz vollendet ist,
o ist das Schmelzorgan ganz oder fast ganz verschwunden.

Diese Thatsachen, welche durch das Zeugniß einer großen
Menge von Beobachtern feststehen und leicht zu bestätigen sind,
)aben doch eine sehr verschiedene Auslegung erfahren. Es handelte
ich darum, zu entscheiden, ob Zahnbein und Schmelz nur Deposita
ın der Oberfläche der Pulpa und der Schmelzhaut, gleichsam von
›iesen excernirte Substanzen seyen und ob die Verkleinerung der
:xcernirenden Organe nur ein zufälliger Umstand, etwa durch

Anat. gén. III, 114) und nach ihm Delabarre (*Odontologie. p. 10*)
chreiben dem Zahnsäckchen eine innere gefäßlose Schicht zu, welche nach Art
eröser Häute sich am Keime umschlage und denselben überziehe.

1 Arch. III, 562.

den Druck der abgelagerten und verhärteten Substanzen bedingt sey: oder ob Pulpa und Schmelzhaut selber verknöcherten, wie der Knochenknorpel bei dem Uebergange in Knochensubstanz, und ob somit die Verkleinerung derselben nothwendig mit der Erzeugung des Zahnbeines und Schmelzes gleichen Schritt halte. Die neuesten Untersuchungen haben für die letzte Annahme entschieden, welche schon durch die Resultate der chemischen Analyse und durch die Vergleichung des Zahngewebes mit dem Knochengewebe ein bedeutendes Uebergewicht erhalten hatte [1].

1 Die ersten Beobachter waren ebenfalls dieser Ansicht zugethan, namentlich Volcher Coiter (Corp. part. tab. 1573. p. 59), De Lasône *(Acad. de Paris. 1752. p. 166)*, Jourdain *(Essai. 1766. p. 55)* und Berger (De dentibus. 1788. p. 4). Jourdain bemerkt, wenn man die Schale abhebe und mit einer starken Lupe betrachte, so sehe man feine Fädchen so wohl an der Innenseite der Zahnscherbe, als auch an der hornigen Haut, welche nach innen folge. Bichat *(An. gén. III, 118)* und Sömmerring (Knochenl. S. 205) tragen noch die Entstehung der Zähne in dieser Weise vor. Hérissant *(Acad. de Paris. 1754. p. 433)* machte den Uebergang, indem er zwar das Zahnbein als verknöcherte Pulpa, den Schmelz aber als ein Secret ansah; es sollten dazu im Zahnsäckchen Drüsen existiren, in Gestalt kleiner Bläschen, welche mit einer Linse von 3—4''' Brennweite sichtbar seyen. Ihm folgen Bourdet *(Art du dentiste. 1757. I, 25)*, Blake (Reil's Arch. IV, 316) und Delabarre *(Odontol. 1806. p. 11)*, ohne jedoch die Existenz jener Schmelzdrüsen zuzugeben. Hunter (Natürl. Gesch. S. 96) hält die Schmelzpulpa selbst für eine Drüse, welche Schmelz absondere, seiner Meinung nach geschieht aber auch die Bildung des Zahnbeines durch Absonderung und schichtweise Apposition von der Pulpa aus. Diese Theorie wurde herrschend und bis zur neuesten Zeit von allen Autoritäten verfochten. Ich nenne nur Rosenthal (Reil's Arch. X, 319), Cuvier *(Dict. des sc. méd. art. dent)*, Fox *(Nat. hist. p. 22)*, Meckel (Arch. III, 566), Serres *(Essai. p. 62)*, Burdach (Physiol. II, 473), E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 206), J. Müller (Physiol. I, 387), Blandin *(Syst. dent. p. 52)*. Das Cement ist sogar für einen Niederschlag aus dem Speichel gehalten worden *(Rousseau. Anat. comp. p. 208)*. An den Rochenzähnen beobachtete Müller die Ossification, aber er hielt sie für Ausnahmen. Purkinje (Raschkow, Melet. p. 7) drückt sich nicht deutlich aus. Er sagt zwar, daß die Membrana praeformativa verknöchere; es sollen sich aber Schichten von Zahnfasern zwischen ihr und dem Zahnkeime ablagern, germinis dentalis parenchymate materiam suppeditante, ferner (p. 8) die Zellen der Schmelzhaut seyen Drüschen, welche die Fasern absondern. Valentin (Entwickelungsgesch. S. 483) sagt: „fast schien es mir, als ob die Kügelchen (der Pulpa) selbst aufgelöst zu den Fasern eingingen" und Schwann (Mikrosk. Untersf. S. 124) schließt die Darstellung der Entwickelung des Zahn-

Die Uebereinstimmung zwischen dem Zahnkeime des Fötus und dem Zahnknorpel des Erwachsenen ist gewiß nicht geringer, als zwischen dem Knochenknorpel vor und nach der Ossification. Das Zahnbein ist also verknöcherter Zahnkeim, und der Unterschied zwischen der Verknöcherung des Knorpels und des Zahnkeimes liegt hauptsächlich darin, daß der Knorpel zuerst im Innern Kalkerde absetzt, der Zahnkeim zuerst an der Oberfläche[1], daß im Knorpel sich erst zur Zeit der Ossification Höhlen und Röhren für Gefäße entwickeln, im Zahnkeime dagegen die Gefäße bei fortschreitender Verknöcherung obliteriren.

Ich weiß nicht anzugeben, ob die Membrana praeformativa früher verknöchert, als die Fasern der Pulpa, oder später; sie scheint aber jedenfalls die Grundlage der Schicht mit Knochenkörperchen zu seyn, welche im reifen Zahne zwischen dem Schmelze und dem faserigen Zahnbeine liegen. Die Fasern des Keimes verknöchern von außen nach innen, und in dem Maaße, wie sie außen Kalkerde aufnehmen, ziehen sich die Gefäße von der Oberfläche zurück und gehen in der Tiefe die rundlichen Zellen in cylindrische und diese in Fasern über. Die verknöcherten Partien hängen nur locker mit den noch weichen zusammen und können bekanntlich in Form feiner Scherbchen abgelöst werden. Solche Scherbchen sind aber an der Innenseite hier und da mit einer Schicht ähnlicher cylindrischer Zellen bedeckt, wie die Oberfläche der Pulpa, und die Fasern der neugebildeten Knochensubstanz gehen in diese Zellen unmittelbar über, sowie die Canälchen wahrscheinlich mit den Kernfasern der Zahnpulpa zusammenhängen, was mir indeß darzustellen noch nicht gelang. Die eigentlichen Zahnfasern scheinen solid zu seyn und die Knochenerde

gewebes mit den Worten: „ich möchte mich zu der älteren Ansicht neigen, daß die Zahnsubstanz die verknöcherte Pulpa ist", die leichte Trennbarkeit spreche nicht dagegen, denn in der That bleibe etwas von der Pulpa am Zahne hängen und die Trennung müsse um so leichter seyn, je größer der Unterschied der Consistenz. Entschieden sprachen sich unter den Neueren für diese Ansicht erst wieder Léveillé (*Blandin, Syst. dent. p. 94*) und Owen aus (*Ann. des sc. nat. 2e sér. XII, 209*).

1 Raschkow (Melet. p. 5) beobachtete in den Backenzähnen beim Hasen, Schweine und Hirsche steinige Massen in Form durchscheinender, ovaler oder rundlicher Körnchen in der Axe des Zahnes gegen die Schneide desselben in mehreren unregelmäßigen Reihen. Ich habe dergleichen auch in der Zahnpulpa erwachsener Menschen gesehen. Es scheinen formlose Ablagerungen zu seyn, die zur regelmäßigen Ossification in keiner Beziehung stehen.

ist chemisch mit der in ihnen enthaltenen organischen Materie verbunden; die Kernfasern aber enthalten die Kalkerde in mikroskopisch wahrnehmbaren Partikelchen und sind wahrscheinlich hohle Röhren, mit einer Flüssigkeit erfüllt, aus welcher die Kalkerde sich niederschlägt. Wie aber die Einmündung derselben einerseits mit der Zahnhöhle, andrerseits mit den Zellenhöhlen im Cemente zu Stande komme, ist noch nicht erklärt.

Sobald das Zahnbein eine gewisse Stärke erreicht hat, beginnt die Verknöcherung der Schmelzhaut, ebenfalls von der Oberfläche, d. h. zunächst von der Membrana praeformativa an. Den abgelösten Schmelzlagen hängen äußerlich Fragmente unverknöcherter Fasern oder Zellen an und es ist bemerkenswerth, daß schon die Zellen, aus welchen die Schmelzfasern entstehen, meist im Zickzack gegeneinander gebogen sind, so daß, wenn eine eben verknöcherte Zellenreihe sich von links nach rechts neigt, die nächste adhärirende noch weiche Zellenschicht von rechts nach links gerichtet ist.

Von der Membrana praeformativa aus geht also die Ossification im Zahnkeime nach innen, im Schmelze nach außen, im Zahnkeime bis zur Axe, in welcher ein Rest unverknöchert bleibt, im Schmelze bis zur Schmelzpulpa, welche zuletzt in Cement umgewandelt wird. Vielleicht daß an der Bildung des Cementes das Zahnsäckchen selbst Antheil nimmt; von der Rindenschicht der Wurzel vermuthet Purkinje[1], daß sie durch Verknöcherung des Zahnsäckchens gebildet werde, und Nasmyth[2] zeigt, daß die Rindensubstanz der Wurzel mit der der Krone continuirlich, auch beim Menschen, zusammenhänge; danach muß sie aus dem Zahnsäckchen entstehen. Im Schmelze geht die Ossification gewissermaßen noch weiter als in den übrigen Substanzen des Zahnes, denn die organische Materie vermindert sich noch mehr; Schwann vermuthet[3], es sey dies Folge einer chemischen Auflösung durch die Mundflüssigkeit, indeß ist nicht einzusehen, warum sich eine solche auf den Schmelz beschränken, warum nicht auch das Zahnbein oder Cement angegriffen werden sollten.

Erst gegen die Zeit der Geburt und wenn die Bildung der Zahnkrone ganz vollendet ist, fängt die Entwickelung der Wurzel an.

1 Raschkow, Melet. p. 7.

2 a. a. O. p. 212.

3 Mikrosk. Unters. S. 122.

Die Zahnpulpa mit dem Säckchen verlängert sich gegen den Grund des **Processus alveolaris** hin, auch dieser Theil der Pulpa verknöchert alsdann von innen nach außen und an seine Oberfläche legt sich, ebenfalls verknöchernd, das Zahnsäckchen an und wird zur Cementlage. An den Zähnen mit mehrfacher Wurzel beginnt die Verknöcherung an der Alveolarfläche, sobald die Zahnkrone vollendet ist, in einzelnen Brücken, wodurch die Pulpa in einzelne Fortsätze geschieden wird. Sie beginnt mitten in der Alveolarfläche und schreitet nach vorn und hinten gegen den Rand der Zahnkrone fort, so daß die Brücke zwischen den Wurzeln zu gewisser Zeit ein verschoben rhombisches Plättchen darstellt, dessen Spitzen vorn und hinten an den Rand der Krone sich anlehnen.

Auf die Bildung der Wurzel und, wie es scheint, durch dieselbe bedingt, erfolgt der Durchbruch der Milchzähne gewöhnlich in folgender Ordnung: zuerst die vorderen unteren Schneidezähne, dann die übrigen Schneidezähne, die vorderen Backenzähne, die Eckzähne, die hinteren Backenzähne[1]. Dem Hervorbrechen geht eine Resorption des Zahnfleisches voran. Hérissant[2] unterscheidet ein vergängliches und ein bleibendes Zahnfleisch, jenes vertrockne nach dem Durchbruche, falle in kleinen Lappen ab und lasse das bleibende Zahnfleisch zurück.

Ueber die Art, wie die bleibenden Zähne entstehen, giebt es vielfache, aber noch nicht recht übereinstimmende Untersuchungen. Schon Fallopia beschrieb Oeffnungen im **Processus alveolaris** hinter den Milchzähnen, durch welche eine **Cauda** des bleibenden Zahnsäckchens zum Zahnfleische gehe, „**iter dentis**". Albin[3] giebt an, daß die Alveolen der bleibenden Schneidezähne sich hinter den Milchzähnen nach außen, dagegen die Alveolen der bleibenden Backenzähne in die Alveolen der entsprechenden Milchzähne öffnen, die bleibenden Eckzähne bald auf die eine, bald auf die andere Art. Mit ihm stimmt Serres[4], das **Iter** oder **Gubernaculum dentis** hält er für hohl. Meckel[5] findet aber die Oeffnungen der Alveolen der bleibenden Backenzähne ebenfalls hinter den Alveolen der ent-

1 Meckel's Arch. III, 573. *Blandin, Syst. dent. p. 105.*

2 *Acad. de Paris. 1754. p. 429.*

3 Adnot. acad. II, 14.

4 *Essai. p. 36. 109.*

5 Arch. III, 558.

sprechenden Milchzähne in der hinteren Wand des Kiefers, wenigstens bis zum 3ten Jahre; so auch Linderer[1]. Die ersten Bereitungen zur Entwickelung der bleibenden Zähne werden nach Goodsir schon in der 14ten oder 15ten Woche gemacht. Die oben erwähnten, halbmondförmigen Eindrücke hinter den Oeffnungen der Milchzahnsäckchen werden zu Reservehöhlen für die entsprechenden bleibenden Zähne. Sie vertiefen sich und ihre Wände liegen aneinander, ohne zu verkleben. Im 5ten Monate des Fötuslebens zeigt sich in ihrer Tiefe eine Falte, der künftige Zahnkeim, und nach an der Oeffnung zwei andere Falten, aus denen das Säckchen sich bildet. Wenn es vollendet ist, so liegen die bleibenden Zähne dicht an den hinteren Wänden der Säckchen für die Milchzähne, in Vertiefungen derselben Alveole, so daß es scheinen könnte; als seyen sie aus ihnen hervorgewachsen[2]. Später, wenn die Milchzähne durchbrechen, ziehen sich die Säckchen der bleibenden Zähne in der entgegengesetzten Richtung zurück; ihre Alveolen vergrößern sich und hängen zuletzt nur durch eine Art Hals mit den Alveolen der Milchzähne zusammen. Durch den Hals gehen Verbindungsstränge, welche aber nicht röhrig sind, die Gubernacula der bleibenden Zähne. Für die drei letzten permanenten Backenzähne bleibt ein Theil der primitiven Zahnfurche hinter dem letzten Milchbackenzahne offen; in ihr entsteht zuerst der Keim und das Säckchen für den dritten bleibenden Backenzahn. Das Säckchen schließt sich, auch die Ränder der Furche verschmelzen, aber nicht die Wände, und so bleibt zwischen dem Säckchen des dritten permanenten Backenzahnes und dem Zahnfleische eine mit Schleimhaut ausgekleidete Höhle. Erst im 7ten oder 8ten Monate nach der Geburt verlängert sich diese Höhle nach hinten, in ihrem Boden erscheint eine Papille, die des vierten permanenten Backenzahnes; der Theil der Höhle, welcher die Papille enthält, schnürt sich ab und in dem zurückbleibenden Theile bildet sich zuletzt der Keim des Weisheitszahnes.

Zur Zeit des Zahnwechsels werden bekanntlich erst die Wurzeln der Milchzähne resorbirt, worauf die Kronen lose werden und ausfallen. Diesem Absterben voran geht eine Obliteration des Astes der Zahnarterie, welche sich an die Milchzähne verzweigt. Der Knochencanal, worin sie liegt, wird enger und wird im 9ten Jahre

1 Zahnheilk. S. 71.

2 Meckel, im Arch. III, 557. *Bell, Anat. of the teeth. p. 61.*

ausgefüllt [1]. Daß die neuen Zähne durch Druck die Wurzeln der alten zerstören sollten, wurde schon durch Hunter [2] und Albin [3] widerlegt. Nach Retzius [4] schwillt das Zahnsäckchen des nachschießenden Ersatzzahnes an der Berührungsfläche zu einem gefäßreichen, dicken Körper an, welcher einen Saft absondern soll, der die Wurzel der Milchzähne auflöse. Diese Erklärung würde unstatthaft seyn, wenn, wie Hunter bemerkt, die Milchzähne auch dann ausfallen, wenn keine Ersatzzähne vorhanden sind. Das Letztere wird aber von Nasmyth [5] bestritten, es sollen die Milchzähne bleiben, falls die Ersatzzähne fehlen. Nach Nasmyth soll die Zahnkapsel gefäßreich werden und die Wurzel der Milchzähne absorbiren. Im Hervorbrechen befolgen die bleibenden Zähne dieselbe Succession, wie die Milchzähne.

Die hervorgewachsenen Zähne werden durch den Gebrauch nach und nach verändert, abgenutzt; der Schmelz der Kaufläche schleift sich ab, die Hervorragungen glätten und ebenen sich und häufig wird selbst das Zahnbein entblößt und als ein gelber Streifen an der Kaufläche sichtbar. Nach Prochaska [6] wird die Höhlung des Zahnes, wenn sie dabei entblößt wird, durch neue Knochensubstanz ausgefüllt. Bei manchen Thieren wird der Verlust, den die Zahnkrone erleidet, durch beständiges Nachwachsen von der Wurzel aus wieder ersetzt; Flecke werden vorwärts geschoben und ein Zahn, welcher nach Entfernung des gegenüberstehenden nicht mehr abgenutzt wird, erreicht eine monströse Länge, z. B. die Schneidezähne der Nager [7]. Bei dem Menschen findet ein solcher allmähliger Wiederersatz nicht statt.

Im hohen Alter erhalten sich zwar die Zähne in einzelnen Fällen, allein so häufig und bei sonst gesunden Individuen fallen sie aus, daß die Atrophie derselben wohl eine normale genannt werden muß. Auch wird die Verbindung zwischen Schmelz und

1 *Serres, Essai. p. 17.*

2 Natürl. Gesch. S. 104.

3 Adnot. acad. II, 12.

4 Müll. Arch. 1838. S. CXVIII.

5 a. a. O. *p. 318.*

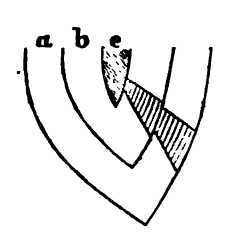
6 Adnot. anat. p. 14.

7 *Lavagna, Carie dei denti. p. 151. Tenon, Mém. de l'inst. an VI. p. 558.*

Zahnbein im Alter lockerer; beim Versuche, dünne Plättchen zu schleifen, trennen sich beide viel leichter, als in jungen Zähnen[1]. In der Regel scheint dem Ausfallen eine Verknöcherung der Zahnpulpa vorauszugehen und sie ist vielleicht die nächste Ursache des Absterbens des Zahnes. Die neugebildete Knochensubstanz gleicht nach Fränkel[2] in der Krone dem Zahnbein, in der Wurzel dem Cement, nach Nasmyth[3] gleicht sie dem Zahnbein, doch ist sie nicht so regelmäßig und enthält auch Knochenkörperchen. Die Alveole wird nach dem Ausfallen des Zahnes zum Theil resorbirt, zum Theil mit Knochenerde ausgefüllt.

Die nicht so ganz seltenen Beispiele von dritter Dentition bei Greisen sind gesammelt von E. H. Weber, Hildebr. Anat. IV, 123, wozu noch ein Fall von Hunter (Natürl. Gesch. S. 88) und von Linderer (Zahnheilk. S. 246) zu rechnen.

In dem verknöcherten Zahne giebt es weder Gefäße, noch Nerven. Die Zähne wurden deshalb häufig, wie die Horngebilde, für anorganisch gewordene Theile erklärt, die mit den Nahrungsflüssigkeiten des Körpers überhaupt in keiner Beziehung mehr ständen. Allerdings werden Sprünge in der Substanz des Zahnes nicht ausgefüllt, verloren gegangene Stücke nicht wiedererzeugt und eine Neubildung, wenn sie überhaupt stattfindet, nur an der Oberfläche der Pulpa wahrgenommen. Auch beginnt die Caries der Zähne gewöhnlich an der Oberfläche derselben mit einer Auflösung der Kalkerde; die Verderbniß nimmt außen den größten Umfang ein und der zerstörte Theil stellt anfangs sowohl im Schmelze (a), als im Zahnbein (b) einen Kegel dar, dessen Basis nach außen, dessen Spitze nach innen, gegen die Höhle (c) gerichtet ist; die Basis des cariösen Theiles im Zahnbein ist dabei gewöhnlich etwas breiter, als die auf ihn stoßende Spitze des cariösen Theiles im Schmelze, wiewohl schmaler, als die Basis des cariösen Theiles im letzteren[4]. Darnach scheint der Schluß gerechtfertigt, daß die Caries der Zähne von der Caries der Knochen



1 Fränkel, a. a. O. p. 10.

2 p. 15.

3 a. a. O. p. 325.

4 Linderer, a. a. O. S. 167.

durchaus verschieden und nur eine Auflösung sey durch ein Agens, welches von außen, d. h. von der Mundhöhle aus auf den Zahn einwirkt. Wäre aber Auflösung der Zahnsalze durch die Mundflüssigkeit die einzige und zureichende Ursache der Caries, so müßten alle Zähne gleichzeitig cariös werden, da alle in gleicher Weise der Ursache exponirt sind. In der That sollen zuweilen von saurem Speichel alle Zähne auf einmal cariös werden [1]. Da dies aber nur selten geschieht, so muß es eine prädisponirende Veranlassung für einzelne Zähne geben; daß dies eine innere sey, zeigt sich darin, daß oft symmetrische Zähne cariös werden, und eine solche kann nur in der Ernährung der Zähne begründet seyn. Mangelhafte Ernährung allein bedingt nicht Caries, denn die Milchzähne und die Zähne alter Leute sind oft lange Zeit lose und fallen aus, ohne angegriffen zu seyn, künstlich eingesetzte Zähne werden zwar angegriffen, jedoch nur selten [2]. Wenn aber einer nachtheiligen Einwirkung von außen nicht durch fortdauernden Stoffwechsel entgegengewirkt wird, so tritt Zerstörung der Zahnsubstanz ein. Die Schädlichkeit, welche die Zähne von außen angreift, wird gewöhnlich für eine chemische gehalten; namentlich soll eine saure Beschaffenheit der Mundflüssigkeiten auflösend auf die Salze wirken. Daß ein saurer Speichel die Zähne angreifen möge, kann a priori nicht geleugnet werden; aber mit Säure behandelte Zähne sehen ganz anders aus, wie cariöse. Gewiß spielt der organische Bestandtheil der Zähne in Krankheiten derselben eine Hauptrolle. Das eigenthümliche Ansehen cariöser Zähne, der faulige Geruch in vielen Fällen erregen den Verdacht, daß parasitische Thiere oder Pflanzen diese Zerstörung herbeiführen können, zumal wenn man weiß, welche Menge von niederen pflanzlichen und thierischen Organismen selbst in reinlich gehaltenen Zähnen beständig nisten [3]. Daß benachbarte Zähne einander anstecken, daß die Verderbniß durch Entfernung der brandigen Stellen aufgehalten werden kann, erklärt sich unter dieser Voraussetzung leicht.

1 Regnart, citirt bei Donné, *Hist. de la salive. p. 47.*

2 Linderer a. a. O. S. 488.

3 Leeuwenhoek (Opp. III, 40) machte zuerst auf die Vibrionen und auf eine Art von unbeweglichen Fäden aufmerksam, die sich zwischen den Zähnen finden. Die letzten wurden genauer von Bühlmann beschrieben (Müll. Arch. 1840. S. 442). Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß sie vegetabilischer Natur seyen und es lohnte sich wohl der Mühe, zu untersuchen, ob sie nicht zur Erzeugung des Weinsteines mitwirken.

Für die Fortdauer des Stoffwechsels in erwachsenen Zähnen spricht außer dem Angeführten ihre Veränderung, das Halbdurchsichtigwerden derselben bei Hektischen. Ein Wechsel der Kalkerde scheint nicht dabei stattzufinden und darin würden die Zähne von den Knochen verschieden seyn, deren Kalkerde, wenn auch langsam, sich erneuert. Krapp färbt, wenn man junge Thiere damit füttert, nur die Schichten, in welchen eben Verknöcherung stattfindet, hat aber keinen Einfluß auf den fertigen Zahn [1]. In der Rhachitis, wo den Knochen die Kalkerde entzogen wird, bleiben die Zähne unversehrt.

Die Nahrungsquellen der Zähne sind folgende: 1. die Pulpa, gleichsam die Matrix der Zähne, weil in ihr der Nahrungssaft circulirt und erneuert wird; in geringer Quantität kann das Plasma in die Zahnhöle austreten und von da durch Tränkung den Zahn, vielleicht vorzugsweise die Röhren desselben durchziehen. Congestion und Exsudation aus den Gefäßen der Pulpa ist daher für den Zahn von denselben Folgen, wie Exsudation in der Cutis für die Oberhaut. Daraus erklärt sich, warum Schmerzen oft so lange dem Cariöswerden vorangehen, was nicht geschehen könnte, wenn Caries nur Zerstörung von außen und der Schmerz nur durch den Reiz der Luft oder der zerstörten Zahnsubstanz hervorgebracht wäre. Die auffallende Immunität der unteren Schneidezähne ist vielleicht durch den Verlauf ihrer Nerven oder Gefäße bedingt. 2. Das Periosteum: dies liefert besonders den Nahrungssaft für die Wurzel; daher wird die Wurzel so viel seltener cariös, als die Krone, und erhält sich oft, wenn diese zerstört ist. 3. Die Flüssigkeit, welche zwischen Zahnfleisch und Zahn enthalten ist, durch Druck hervorquillt und durch ihren Reichthum an Schleimkörnchen sich als eine lebendige, plastische Substanz erweist. Der Zahn wird von ihr überzogen, er wird stumpf durch Gerinnung oder Auflösung der in ihr enthaltenen Elemente. Das Stumpfwerden der Zähne kann nicht Folge eines Angreifens des Schmelzes seyn, wie man gewöhnlich an-

[1] Hunter, Natürl. Gesch. S. 42. Blake, a. a. O. S. 336. Linderer, S. 194. *Flourens, Ann. des sc. nat. XIII, 110.* Nach Hunter und Flourens soll der Schmelz von Krapp nicht geröthet werden, Blake und Linderer fanden ihn aber ebenfalls gefärbt. Die ersten stellten ihre Beobachtungen wahrscheinlich zu einer Zeit an, wo der Schmelz schon verknöchert war. Flourens will an Schweinszähnen durch Fütterung mit Krapp beob[illegible], daß die äußeren Schichten in demselben Maaße schwinden, wie [illegible] ansetzen.

nimmt, sonst könnte es nicht sobald wieder schwinden. Es giebt keine Regeneration des Zahngewebes. Von den Kugeln, die man in Elephantenzähnen, ringsum von Zahnsubstanz eingeschlossen findet, darf man behaupten, daß sie zur Zeit der Bildung in die weiche Pulpa eingedrungen seyen. Accidentell gebildete Zähne kommen in Balggeschwülsten, namentlich der Eierstöcke vor, sie sind in Bezug auf ihr Gewebe noch nicht näher untersucht. Frisch verpflanzte Zähne können, durch Exsudation aus der Pulpa (?), festwachsen. Hunter gelang es, einen Zahn in einen Hahnenkamm einzuheilen, so daß dessen Pulpa später injicirt werden konnte[1].

Unter den verschiedenen Formen der Thierzähne sind besonders die sogenannten schmelzhaltigen Backenzähne der Wiederkäuer und Pachydermen merkwürdig. Hier theilt sich von Anfang an sowohl die Pulpa, als das Schmelzorgan in eine Zahl von Lappen, welche ineinander eingreifen. Das Schmelzorgan besteht aus einer gefäßlosen Schicht, entsprechend der Schmelzhaut, und aus einem sehr gefäßreichen Parenchym, entsprechend der Pulpa des Schmelzorganes. Die Schmelzhaut liegt der Oberfläche des Zahnkeimes zunächst und wird zu Schmelz, aus der Schmelzpulpa entsteht, indem sie allmählig von den Spitzen gegen die Basis oder den Zahnrand hin verknöchert, das Cement, welches in den schmelzhaltigen Zähnen in so großer Menge vorkommt. Blake, Diss. de dentium formatione. Edinb. 1780. Reil's Arch. IV. 329.

Bei den Schneidezähnen der Nager, den Eckzähnen mancher Pachydermen und den Backenzähnen der Wiederkäuer, welche, wie bereits erwähnt wurde, auch nach dem Hervorbrechen zu wachsen fortfahren, hört die Schmelzmembran nicht so plötzlich an der Wurzel auf, sondern erstreckt sich in die Zahnhöhle hinein, verknöchert immer nach außen und wächst von innen nach. Auf der inneren Oberfläche des Zahnfleisches, welche an den hervorgebrochenen Backenzähnen der Wiederkäuer anliegt, steht in jungen Thieren eine ähnliche Schicht perpendiculärer Fasern, wie in der Schmelzhaut. Raschkow, Meletem. p. 11.

In dem Verhältnisse der eigentlichen Zahnsubstanz zur knochenähnlichen kommen die größten Variationen vor. Bei

[1] Natürl. Gesch. S. 256.

dem Menschen nimmt die Schicht mit Knochenkörperchen nur die äußerste Oberfläche der Zahnkrone und der Wurzel ein, bei vielen Thieren ist die ganze Krone mit Knochenkörperchen und den sternförmig davon ausgehenden Aesten durchzogen, hier wird also die Stelle des Zahnbeines eigentlich vom Cement eingenommen. Beim Luchse und Schafe stehen Knochenkörperchen zwischen den Röhrchen und diese biegen sich um jene herum, beim Pferde, Elephanten und Nashorn stehen in der Cavitas pulpae concentrische Reihen von Knochenkörperchen, beim Wallrosse ist der Schmelz durch Rindensubstanz vertreten und durch die ganze Substanz des Zahnes laufen eine Menge feiner, longitudinaler blutführender Markcanäle. Solche finden sich auch in dem Cemente des Pferdes (Gerber), in den Zähnen des Hechtes und anderer Fische. Aeußerlich auf dem Cemente beobachtete Nasmyth beim Ochsen, Elephanten und anderen Säugethieren eine eigenthümliche, blätterige Lage, hellgelb bis dunkelbraun. C. Mayer macht auf das Pigment der Zähne, z. B. der Schneidezähne des Bibers, der Backzähne der Wiederkäuer aufmerksam; es sey an die Oberfläche des Schmelzes gebunden, ohne eine besondere Lage zu bilden. Es ist scharf am Zahnfleische abgegrenzt und scheint durch die Pflanzennahrung bedingt.

Bei den Knorpelfischen entwickeln sich die Zahnkeime wie bei den höheren Thieren in einer Rinne der Schleimhaut des Mundes, es bilden sich aber keine Säckchen und keine Kieferhöhlen, um die Zahnkeime einzuschließen, sondern sie bleiben offen stehen, erreichen die Form der Zähne, verknöchern und treten dann allmählig aus ihrer Furche auf den Kieferrand und nach außen hervor, um abzufallen, während neue Papillen sich in der Furche bilden.

F. Cuvier, *Dents des mammifères. Paris*, 1820. Heusinger, Histologie. S. 199. Rousseau, *Anat. comparée du système dentaire. Paris, 1827.* Retzius, a. a. O. S. 498. Linderer, a. a. O. S. 257. Owen, *Ann. d. sc. nat. 2e sér. XII, 210.* Ders. *Odontography. Lond. 1840. P. I.* (Fische). Nasmyth, a. a. O. *p. 315.* C. Mayer, Metamorphose der Monaden. S. 21. Gerber, Allg. Anat. S. 111. Fig. 67. 68.

Bei dem Schnabelthiere, einigen Cetaceen und den Vögeln

werden die Zähne durch Gebilde ersetzt, welche die Textur der Horngewebe haben. *Camper, Observ. sur la structure des cétacés. p. 63.* Heusinger, Histol. S. 197 (Schnabelthier, Fischbein). *Rousseau,* a. a O. *p. 167. pl. XVI. Fig. 9. 10* (Schnabelthier). Rosenthal, Abhandl. d. Berl. Akad. 1829. S. 127 (Fischbein). Brandt, Ueber den Zahnbau der Steller'schen Seekuh. Abhandl. d. Petersb. Akad. 1832. **Hesse, De ungularum, barbae balaenae, dentium ornithorhynchi structura. Berol. 1839.**

Vom Baue des Zahnbeines hat unter den älteren Beobachtern nur Leeuwenhoek Kenntniß (Opp. I, c. p. 1). Es bestehen nach ihm die Zähne aus geraden, dünnen und durchsichtigen Röhren, die in der Zahnhöhle ihren Ursprung haben und bis zur Peripherie gehen, 6—700mal feiner als ein Haar; auf dem Durchschnitte gleichen sie Körnchen, im Elfenbein verlaufen sie zickzackförmig. Der faserige Bau des Schmelzes dagegen ist häufig beobachtet worden: Gagliardi (Anat. oss. 1689. p. 61) erkannte die Fasern nach der Calcination; Malpighi (Opp. posth. 1697. p. 52) unterschied den Schmelz als Substantia filamentosa, die an der Wurzel ende; die Rinde, welche an der Wurzel beobachtet werde, sey eher eine weinsteinartige Materie, als filamentös. De la Hire *(Acad. de Paris. 1699)* fügte hinzu, daß die Fasern senkrecht auf die Kaufläche stehen, und Broussonet (ebendas. *1787. p. 555*), daß sie an den Seiten horizontal liegen. Hérissant (ebendas. *1758. p. 334*) sagt, daß der Zahnschmelz sich vom Knochen darin unterscheide, daß er nach Behandlung mit Salzsäure keinen Knorpel zurücklasse, die Fasern desselben müßten also Krystalle seyn; als krystallinisch beschreibt auch Hunter den Schmelz (Natürl. Gesch. 1780. S. 37) und vergleicht ihn mit Gallen- und Blasensteinen.

Schreger (Isenfl. und Rosenm. Beitr. 1800. S. 2) entdeckte die oben beschriebenen concentrischen Streifen im Zahnbein; Cuvier *(Dict. des sc. méd. Dent. 1814)*, Heusinger (Histol. 1822. S. 201) und E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 206) schlossen danach auf einen lamellösen Bau. Erst im Jahre 1835 wurde aber das Zahnbein wieder mikroskopisch untersucht, die Röhrchen desselben wurden zum zweitenmal entdeckt durch Purkinje (Fränkel, Dent. struct.) und ihre Verästelungen beschrieben. Purkinje entdeckte ferner den Bau des Cementes und seine Verwandtschaft mit den Knochen, sowie die feinere Structur der Fasern des Schmelzes. J. Müller (Arch. 1836. S. 11) zeigte, daß Kalkerde in den Röhrchen enthalten sey, daß aber auch die Zwischensubstanz Kalkerde enthalte; die Fasern des Schmelzes beschrieb er aus der neugebildeten Schmelzlage als an beiden Enden spitze Nadeln (Poggend. Ann. XXXVIII. S. 352. Taf. IV. Fig. 2). Retzius (Müll. Arch. 1837. S. 486) gab als Resultat seiner gleichzeitig mit Purkinje unternommenen Untersuchungen eine sehr genaue Beschreibung des Verlaufes der Röhren im Zahnbein und der Fasern im Schmelze, welche wir

ausführlich mitgetheilt haben; Linderer (Zahnheilk. 1837. S. 100) ... sie durch eigne Untersuchungen. Schwann (Mikrosk. Unters. S. 117), ... chem wir genauere Aufschlüsse über die Entstehung der Zahngewebe ... ermittelte zuerst die faserige Structur des Zahnbeines beim Fötus, ... das Verhältniß der Röhrchen zu den Fasern zu errathen. Krause ... 2te Aufl. 1841. S. 147) bemerkte ein Ansehen, als ob das Zahnbein ... Fasern von 0,0023—0,004''' zusammengesetzt wäre, an Zähnen, die ... mit Salzsäure behandelt worden waren. Die Cementlage an der Krone ... licher Zähne und ihre Entwickelung aus dem Zahnsäckchen lernen wir ... Nasmyth (*Medico-chirurg. transact. XXII. 1839. p. 310*).

Von den Gehörsteinen.

Man findet in dem Labyrinthe der Cephalopoden ... Wirbelthiere mit Ausnahme der Cyclostomen Anhäufungen ... weißen, erdigen Substanz, welche mit dem Namen der Gehör-steine, Otolithen, bezeichnet worden sind. Bald sind es ... wirklich steinharte Körper, bald weiche, leicht zerreibliche, ... Trocknen pulverförmige Massen. Breschet[1] beschränkte den ... men Otolithen auf die ersteren und schlug für die letzteren den ... men Otoconia vor, was Lincke[2] mit Ohrsand übersetzt. ... Unterscheidung scheint mir überflüssig und irreleitend, denn es ... stehen sowohl die festen Gehörsteine der Knochenfische, wie die ... ren Kalkhäufchen der höheren Wirbelthiere aus einer ... Grundlage und anorganischen Niederschlägen; auf den ... Quantitäten beider Bestandtheile beruhen die Verschiedenheiten ... Härte und diese scheint, wie man von niederen zu höheren ... aufsteigt, allmählig abzunehmen.

Bei Sepia und Loligo ist das Gehörsteinchen hart, ... den Knochenfischen, leicht zerbrechlich, nach Carus[3] und ... ner[4] einer Kalkspathdruse gleich aus schönen, scharfkantigen ... ben zusammengesetzt, bei Octopus ist es etwas weicher, als ... übrigen Cephalopoden[5]. Die Otolithen der Knochenfische, ...

1 *Rech. sur l'organe de l'ouïe. p. 9.*

2 Handbuch der theoret. u. prakt. Ohrenheilkunde. Lpz. 1837. I. ...

3 Zootomie 1, 358.

4 Vgld. Anat. S. 447.

5 E. H. Weber, De aure et auditu. p. 11. Ueber Lage und Form ... Steinchen s. dieses Werk und Brandt u. Ratzeburg, Med. Zool. ...

deren drei in jedem Labyrinth[1], haben das Ansehen von Knochen, ziemlich glatte, ebene Oberflächen und die mannichfaltigsten Gestalten; es giebt runde, vierseitige, längliche, cylindrische und platte, mit glatten und gezackten Rändern, einfach oder mit mancherlei Fortsätzen versehen[2]. Feingeschliffene Durchschnitte dieser Steine sind nach Krieger's Beschreibung[3] gestreift und scheinen aus abwechselnden helleren und dunkeln Schichten zu bestehen; durch Pulvern werden sie in feine, faserförmige Körperchen zerlegt und in ähnliche Körperchen trennen sie sich, wenn man sie lange mit verdünnten Säuren macerirt, welche unter Aufbrausen die Kalkerde lösen. Die Fasern sind sehr viel länger, als breit, an beiden Enden zugespitzt, von sehr ungleicher Größe, durch die Säuren zerfallen aber auch die größeren so, daß sie kurzen, feinen Stäbchen ähnlich werden. Die größeren sind zuweilen in der Mitte dünner, an den breiten Enden gezähnelt und der Länge nach gestreift; wahrscheinlich lagen hier noch mehrere Stäbchen aufeinander, fächerförmig nach beiden Seiten sich ausbreitend; oft liegen sie kreuzweise oder sternförmig in einem Punkte convergirend. Die Länge der Stäbchen giebt Krieger auf 0,001—0,01''', die Breite auf 0,0001—0,001''' an. Ob es Bruchstücke incrustirter Fasern, gleich den Schmelzfasern, oder Krystalle seyen, läßt sich aus dieser Beschreibung nicht entnehmen[4] und es wird nöthig seyn, die Untersuchung mit Rücksicht auf den Bau des Schmelzes zu wiederholen und das Gewebe der Substanz, welche nach der Extraction der Kalkerde zurückbleibt, genauer zu erforschen. Krieger sagt von ihr nur, daß sie die Gestalt des Otolithen behalte und einer Membrana cellulosa gleiche. Man dürfte sie, als die organische Grundlage der Kalkerde, den Otolithenknorpel nennen, doch soll damit nicht gesagt seyn, daß sie den Bau des Knorpels habe.

Unter den Knorpelfischen haben die Störe weiche, leicht zerreibliche Otolithen, die Otolithen der Plagiostomen bestehen aus einer gallertartigen und einer kreidigen Substanz. R. Wag-

1 *Breschet*, a. a. O. *Pl. I. fig. 8.* Krieger, De otolithis. p. 21.

2 Abbildungen ders. bei E. H. Weber, a. a. O. Otto in Tiedem. und Treviranus' Ztschr. II. Taf. VI. Krieger, a. a. O. Tab. II.

3 a. a. O. p. 12.

4 J. Müller hatte schon früher (Arch. 1838. S. CXVIII.) die Fasern aus den Otolithen geradezu Schmelzkörperchen genannt. Damals wurden aber die Schmelzfasern noch für Krystalle gehalten.

ner[1] fand in den steinigen Kernen im Vorhofe von Squatina kleine Krystalldrusen nebst eckigen und rundlichen, großen Massen mit eingesprengten dunkleren Körpern. In den häutigen Röhren, welche vom Hinterhaupte zum Labyrinthe führen, liegt bei den Knorpelfischen ebenfalls eine kreidige Masse, bestehend aus kleinen, sehr regelmäßigen Krystallen. Die Körperchen, welche die Gehörsteine zusammensetzen, sind oval, an beiden Enden etwas zugespitzt, so daß ihre Länge die Breite wenig übertrifft, von sehr verschiedener Größe, nicht über 0,006‴, die meisten 0,005‴ lang und 0,003‴ breit[2].

In den kleinen Kreideklümpchen der Amphibien, namentlich des Frosches, der Kröte und Blindschleiche, entdeckte Huschke Krystalle, welche er anfänglich für lancettförmig und elliptisch hielt[3], nach einer späteren Berichtigung aber[4] als sechsseitige, mit drei Flächen an beiden Enden zugespitzte Säulen erkannte[5]. Valentin bemerkt, daß diese Krystalle nicht ohne Ordnung gelagert sind, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte[6]. Das Gehörsteinchen der Eidechsen, des Frosches und der Natter ist ein rundes oder mehr oblonges und plattes Körperchen, scheinbar ohne reguläre Krystallform; wird es aber auf schwarzem Grunde und unter starker Vergrößerung bei Beleuchtung von oben angesehen, so bemerkt man, daß die Tausende von kleinen Krystallen so aneinandergefügt sind, daß die glatteste Kugeloberfläche herauskommt. Nach Krieger liegt allerdings bei den Fröschen ein Steinchen in dem runden sackförmigen Anhange des häutigen Vestibulum, doch soll der übrige Theil des Vestibulum mit einer milchigen, dicken Flüssigkeit erfüllt seyn, welche nach dem Trocknen einen steinartigen Rückstand läßt, von der Form der einschließenden Höhle. Die Krystalle würden also hier nicht blos in dem Otolithenknorpel eingestreut, sondern auch lose in dem Wasser des Labyrinthes vertheilt seyn, das Labyrinthwasser würde der Flüssigkeit gleichen, welche in zelligen Räu-

1 Vglde. Anatomie. S. 453.

2 Krieger, a. a. O. p. 13.

3 Isis. 1833. S. 675.

4 Ebendas. 1834. S. 107.

5 Ueber die Varietäten dieser Grundform an den größeren Krystallen der Reptilien und Vögel s. Krieger, a. a. O. p. 17.

6 Repert. I, 20.

nen der Pia mater in der Schädelhöhle und längs des ganzen Rückenmarkes, namentlich an den Austrittsstellen der Nerven enthalten ist[1] und beim Anstechen dieser Räume sogleich ausfließt. Die Krystalle in der genannten Flüssigkeit sind von den Krystallen des Labyrinthes nicht verschieden. Die gewöhnliche Größe der Krystalle bei den Reptilien ist nach Krieger 0,002‴ Länge auf 0,0012‴ Breite, nach Huschke wechseln sie beim Frosche zwischen 0,0005 und 0,014‴.

Bei den Vögeln haben die Ohrkrystalle, wie Krieger angiebt, ziemlich dieselbe Größe. Huschke, der sie auch hier zuerst beschrieb[2], bestimmt die Länge der meisten auf 0,005—0,01‴, doch haben viele nur 0,001‴, die Breite betrage im Durchschnitte 0,001—0,004‴. Sie schienen ihm in kleinen Vögeln etwas kleiner, als in großen. Sie sind durch ein lockeres Schleimgewebe zu einem Haufen verbunden, aber so schwach, daß sie leicht herausfallen; in der Flasche sind sie auf einem Häutchen ausgebreitet, welches die Form eines halben Mondes hat.

Was endlich die Ohrkrystalle der Säugethiere und des Menschen betrifft, so sind sie nach dem Zeugniß aller Beobachter kleiner, als die der vorhergehenden Classen, daher auch ihre Gestalt schwerer zu erkennen, doch erschloß Huschke[3] aus der Form der dunkeln und hellen Stellen, daß sie auf dieselbe Weise krystallisirt seyen, wie bei den Fröschen. Nach Krause[4] sind sie beim Menschen fast immer länger, als breit und dick, meistens 0,0040‴ zu 0,0027‴, auch 0,0016‴ zu 0,0012‴, wenige größere 0,0081‴ zu 0,0040‴, einige wenige der kleinsten Art 0,0012‴ zu 0,0008‴; ihre Kanten und Ecken sind so abgerundet, daß sich die ursprüngliche Krystallform nicht mit Sicherheit erkennen läßt, meistens scheinen sie eine prismatische Gestalt mit zugespitzten Enden zu haben, jedoch kommen auch oktaedrische vor. Wharton Jones[5] schätzt die größere Menge der Ohrkrystalle, welchen er übrigens die reguläre Krystallform abspricht, aus dem erwachsenen Menschen auf 0,004‴ Länge, Krieger giebt die Länge der Krystalle bei den Säugethieren zu 0,0012‴, die Breite zu 0,001‴ an.

1 S. oben S. 8.
2 Fror. Not. XXXIII, 33.
3 Isis. 1834. S. 107.
4 Müll. Arch. 1837. S. 1.
5 *Todd, Cyclopaedia.* Art. *Hearing.*

Ueber die Lage und Verbindung der Krystalle sind die Ansichten noch getheilt. In den Säckchen des Labyrinthes bilden sie zwei Häufchen, welche vor Huschke für Massen von Nervenpulpa gehalten wurden; einmal fand aber Huschke auch in der Flüssigkeit aus der Schnecke eines Kindes Häufchen mikroskopischer Krystalle von etwa 0,0006‴ Länge, 8seitige mit 4 Flächen zugespitzte Säulen[1]. Nach Breschet[2] enthält das Ohr der Säugethiere 2 Otolithen, einen im Sacculus hemiellipticus, den andern im Sacculus rotundus; sie erscheinen wie kleine, glänzende, in der Flüssigkeit suspendirte Wölkchen, Breschet hat sie isolirt aus dem Ohre mehrerer Säugethiere abgebildet[3]. In getrockneten und nicht macerirten Felsenbeinen von menschlichen Embryonen fand er aber ebenfalls kleine Häufchen kreidiger Materie in der Nähe der Spitze der Schnecke[4]. Im Widerspruche mit diesen Beobachtern behauptet Krause, daß die Krystalle theils in der Flüssigkeit lose suspendirt seyen, theils den Wänden der Säckchen und in geringerer Menge selbst der Ampullen adhäriren. So fand er es im Gehörorgane des Menschen, wo vielleicht durch beginnende Fäulniß der Zusammenhang der Krystalle gelöst war. Beim Kalbe sah auch Valentin[5] die Krystalle in regulären, weichen Haufen an der Innenfläche des häutigen Vorhofes.

Wir besitzen chemische Analysen der Otolithen der Fische von Barruel[6] und Krieger[7], der Krystalle aus dem Ohre der Vögel von Huschke und Wackenroder[8] und der Krystalle aus der Wirbelhöhle der Frösche von H. Rose[9]. Nach allen Untersuchungen bestehen sie im Wesentlichen aus kohlensaurer Kalkerde und einer nicht näher bestimmten, thierischen Materie. Aus Otolithen der Steinbutte gewann Barruel:

1 Isis. 1833. S. 676.
2 a. a. O. *p. 73. pl. IV.*
3 Ebendas. *pl. V. VI.*
4 Ebendas. *p. 113.*
5 Repert. 1838. S. 33.
6 Breschet, a. a. O. *p. 73.*
7 a. a. O. p. 18.
8 Fror. Not. a. a. O.
9 Poggend. Ann. XXVIII, 467.

thierische Materie 22,60
kohlensauren Kalk 74,51
Verlust . . . 5,89

us der pulverförmigen Substanz von Otolithen mehrerer Rochen:

thierische Materie 75
kohlensauren Kalk 25

us **Raja rubus**:

thierische Materie 22,60
kohlensauren Kalk 74,51
Verlust . . . 2,89

us **Raja clavata**:

thierische Materie 25,00
kohlensauren Kalk 73,80
kohlens. Magnesia 1,20.

Nach Wackenroder's Analyse sollen sich Spuren von Phos-
phorsäure in den Gehörkrystallen des Vogels finden, in den Kry-
tallen der Frösche und den Otolithen der Fische konnten Rose und
Krieger keine Phosphorsäure entdecken. Setzte ich die getrockneten
Krystalle aus der Rückenmarksflüssigkeit der Frösche einer höheren
Temperatur aus, so schwärzte sich die Oberfläche des Pulvers bald
auf wenige Augenblicke, worauf sich die rein weiße Farbe wieder
herstellte; dies beweist, daß auch mit den isolirten Krystallen noch
eine geringe Menge thierischer Materie verbunden ist, doch konnte
ie aus der Flüssigkeit herrühren. Werden aber die Krystalle unter
dem Mikroskop mit Salzsäure behandelt, so bleibt, wie Krieger
entdeckte, nach der Auflösung des Krystalles eine häutige Substanz
von der ungefähren Form desselben zurück. Krieger hält sie für
eine Zellenmembran, in welcher der Krystall eingeschlossen gewesen
ey. Die Gründe, welche er angiebt, sind folgende[1]:

1. Die elliptische Form der isolirten Körperchen, durch welche
die geraden Begrenzungen der Krystallflächen nur durchscheinen, spreche
dafür, daß der Krystall von einer nicht krystallinischen Materie um-
geben sey.

2. Bei Anwendung von Salzsäure dehnen sich die Körperchen
erst etwas aus, ehe die Auflösung beginnt.

3. Bringt man eine sehr verdünnte Lösung von chromsaurem
Kali oder Chromsäure hinzu, so wird die Oberfläche der Körperchen

[1] a. a. O. p. 14.

streifig und undurchsichtig, und gleicht einem Blättchen aus Bindegewebe.

4. Die Krystalle entstehen zu einer Zeit, wo der ganze Körper noch aus Zellen besteht, sie müssen sich also im Innern der Zellen bilden.

Abgesehen von dem letzten Argument, welches eine Petitio dessen ist, was erst bewiesen werden soll, so würden die andern Erscheinungen sich eben so wohl erklären unter der Voraussetzung, daß der Krystall von einem Niederschlage der organischen Materie oder von einem Reste der gallertartigen Substanz, in welcher er gleichsam eingebettet war, nur bedeckt sey. Mit Krieger's Ansicht sehr schwer zu vereinigen ist die außerordentlich wechselnde Größe der Körperchen, da doch eigentlich organische Bildungen in ihren Größenverhältnissen sehr constant sind. Uebrigens löst sich nach meinen Untersuchungen bei weitem die größte Mehrzahl der losen Krystalle aus dem Rückenmarke der Frösche vollständig und ohne Rückstand in Salzsäure auf. Auch Krieger hat freie Krystalle gefunden, aber er nimmt an, daß sie nach Zerreißung der Zelle frei geworden seyen.

Das Verhältniß der Krystalle zur organischen Grundlage bleibt also auch in den höheren Thierclassen noch zu ermitteln.

Bei Schaffötus von 6—7″ Länge erscheinen bereits die Ohrkrystalle als sehr kleine, länglichrunde Körperchen. Je 3 bis 4 sollen einem Nucleus, ähnlich wie Kernkörperchen, ansitzen. Die Zahl der größeren Krystalle soll im Verhältniß zu den kleinern beim Fötus bedeutender seyn, als beim Erwachsenen[1]. Carus sah die Krystalle bei Schlangenembryonen von 2″ Länge[2].

Es ist nicht zu bezweifeln, daß die Otolithen in einer Beziehung zur Schallleitung stehen, da sie in dem häutigen Labyrinth gerade der Ausbreitung der Nerven gegenüber angeheftet sind. Sie verstärken den Schall, denn Schallwellen aus festen Theilen sind intensiver, als aus Wasser[3].

Ueber die ältere Literatur und die Geschichte der Entdeckung der Otolithen verweise ich auf Breschet, a. a. O. *p. 60*, und Krieger, a. a. O. p. 32.

[1] Valentin, Repert. 1838. S. 33. u. R. Wagner's Phys. S. 138.

[2] Müll. Arch. 1841. S. 217.

[3] Vgl. J. Müller, Physiol. II, 463.

Von den Drüsen.

Die Classe der Drüsen ist eine derjenigen, welche eine Wissenschaft in ihrer ersten Jugend leichtsinnig schafft und welche zu begrenzen und zu rechtfertigen ihr in Zeiten der Reife große Sorgen und Mühe kostet. Man hatte anfangs nur die äußere Form im Auge und nannte jedes weiche, rundliche gefäßreiche und daher röthliche oder rothe Organ eine Drüse und das Gewebe solcher Organe drüsig. Die meisten dieser Organe sind dazu bestimmt, Säfte auf die Oberfläche des Körpers oder in offene Höhlen desselben zu entleeren und zu dem Ende mit Ausführungsgängen versehen. Dieser Charakter wurde mit Recht bald zu größerer Wichtigkeit erhoben, als die äußere Form, und so wurden von den Drüsen diejenigen Gebilde getrennt, an welchen man keinen Ausführungsgang bemerken und denen man keine absondernde Thätigkeit zuschreiben konnte, die Lymphdrüsen, die Glandula pituitaria und pinealis, ferner die sogenannten Blutgefäßknoten, Milz, Schilddrüse, Nebenniere, Thymus. Dagegen wurden mit den Drüsen vereinigt die kleinen, in der Dicke der Häute versteckten Ausstülpungen derselben, welche nicht die äußere Gestalt, wohl aber die physiologische Bedeutung der Drüsen haben. Aber es müssen noch mit denselben vereinigt werden die absondernden Höhlen oder Blasen, welche geschlossen sind und nur temporär auf die äußere oder innere Oberfläche des Körpers sich öffnen, und die Organe, die solche Höhlen enthalten, namentlich die Eierstöcke. An einem Organ, dessen Bestimmung das Secerniren ist, ist die secernirende Substanz das Wesentliche, und es ist minder wichtig, in welcher Weise das Secret ausgeführt werde. So geschieht es, daß dieselbe Drüse, z. B. der Eierstock und Hoden, in einer Thiergattung einen ordentlichen und permanenten Ausführungsgang besitzt, in einer anderen aus geschlossenen Blasen besteht, die durch Bersten ihren Inhalt entleeren; und bei der ersten Entwickelung bilden sich viele Drüsen entfernt von ihrem Ausführungsgange; beide wachsen einander entgegen. Wenn aber der Ausführungsgang nicht das Wesentliche der Drüsen ist, so hindert auch nichts, die Blutgefäßknoten, mit der später zu nennenden Ausnahme, den Drüsen beizuzählen. Die Substanz, welche sich in den Zellen derselben bildet, könnte ebenso durch Bersten der

Zellen in die Blut- oder Lymphgefäße gelangen, oder durch die Wände der Zellen hindurch auf das Blut wirken.

Als gemeinsamer Charakter der Drüsensubstanz bliebe demnach nichts übrig, als ihre physiologische Energie, dem Blute gewisse Stoffe zu entziehen, auch wohl dieselben umzuwandeln, nicht im Interesse ihrer eigenen Ernährung, sondern um sie weiter zu befördern, entweder unmittelbar an die Oberfläche des Körpers, oder in Höhlen, wo sie dem Inhalte beigemischt, und wenn die Höhlen offen sind, ganz oder theilweise nach außen geführt werden. Diese Definition, welche ich vorläufig in den gangbaren Ausdrücken gebe, über deren Werth oder Unwerth erst nach der Darstellung des Absonderungsprocesses geurtheilt werden kann, umfaßt alle den Drüsen etwa beizuzählenden Gebilde, sie grenzt die Drüsen aber nicht streng gegen andere Gewebe ab, weil eine solche Abgrenzung überhaupt nicht möglich ist. Betrachtet man zwei Organe, wie Gehirn und Nieren, nebeneinander in ihrer Beziehung zum Blute, so scheint es allerdings, als ob dort das Blut des Organes wegen, hier das Organ des Blutes wegen vorhanden sey; der Zweck der Wechselwirkung scheint dort Ernährung des Organes, hier Reinigung des Blutes. Bei anderen Theilen wird es zweifelhaft; man kann nicht behaupten, daß z. B. der Zweck der Epitheliumzellen kein anderer sey, als zu schützen oder durch Flimmern Säfte zu bewegen, und im Allgemeinen dient gewiß jedes Organ dem Organismus nicht allein durch das, was es im vollendeten Zustande leistet, sondern auch dadurch, wie es während seiner Ernährung auf die Masse der Säfte einwirkt.

Wir ordnen die Drüsen zunächst in zwei Classen: 1. Haut- und Schleimhautdrüsen, deren Höhle beständig oder zu Zeiten, mittelbar, d. h. durch offene Canäle, oder unmittelbar mit der Körperoberfläche in Verbindung steht. 2. Gefäßdrüsen, den Drüsen ähnliche Organe, welche nicht mit der Körperoberfläche und vielleicht mit dem Lumen der Gefäße in Verbindung treten. Häufig ist auch die Lunge den Drüsen beigezählt worden und in manchen Beziehungen schließt sie sich denselben an. Die Verästelungen der Bronchien kann man anatomisch mit den Verästelungen des Ausführungsganges größerer Drüsen vergleichen, physiologisch ist die Lunge als Absonderungsorgan von Kohlensäure und Wasser den Drüsen verwandt. Allein diese Absonderung geschieht auf eine von den übrigen Drüsen abweichende Weise und nach rein physikalischen Gesetzen durch Aus-

ausch der Gasarten im Blute gegen die in der Atmosphäre enthalenen Gase; es finden sich in den Lungen keine anderen Elemente, ils die bereits beschriebenen Zellen des Epitheliums, die Muskelfaern der Bronchien und das Bindegewebe, welches diese äußerlich umgiebt, deswegen halte ich es für überflüssig, auf ihre Structur hier weiter einzugehen.

1. Von den Haut- und Schleimhautdrüsen.

Structur.

In fast allen Schleimhäuten findet man Bläschen oder Zellen von 0,012—0,03‴ Durchmesser, welche bald wasserhell, bald mit einem körnigen Inhalte erfüllt sind, durch den sie eine weiße Farbe erhalten. Schleimhäute, welche man für ganz drüsenlos hält, sind stellenweise mit solchen Bläschen besetzt, aber sowohl ihr Sitz als ihre Zahl ist unbeständig, sie sind bald einzeln zerstreut, bald haufenweise zusammengeordnet und scheinen zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten zu entstehen und wieder zu vergehen. Sie sind rund oder oval, vollkommen geschlossen, aus einer structurlosen Haut gebildet und so in der Dicke der Schleimhaut vergraben, daß sie diese weder hügelförmig erheben, noch in der Tunica nervea merkliche Eindrücke zurücklassen, wenn die Schleimhaut entfernt ist.

Aehnliche, aber größere, geschlossene und runde Bälge, welche in Grübchen des submukösen Bindegewebes oder der Tunica nervea aufgenommen werden, kennt man seit längerer Zeit in verschiedenen Schleimhäuten; sie wurden von jeher als Drüsen betrachtet. Es gehören dahin die oben beschriebenen Glandulae tartaricae des Zahnfleisches; die Glandulae agminatae und solitariae des Dünndarmes, vielleicht auch die Glandulae lenticulares am Eingange des Magens und die sogenannten Ovula Nabothi des Mutterhalses. Unter diesen sind die Dünndarmdrüsen durch Böhm's Untersuchungen[1] am genauesten gekannt. Die Glandulae solitariae finden sich durch den ganzen Dünndarm zerstreut, sie sind mit einer klaren oder weißen, körnigen Substanz erfüllt und bilden je nach dem Grade der Anfüllung mehr oder weniger starke Hervorragungen, über welche die Schleimhaut mit ihren Zotten ununter-

1 Gland. intest. p. 9. 39.

brochen sich hinzieht. Nach Krause[1] haben sie zwischen 0,1—0,5‴ Durchmesser, das Lumen der Höhle ist etwa halb so groß und ihre Wand also verhältnißmäßig dick. Von der Fläche betrachtet, zeigt sich ihr Rand eingefaßt von einem regelmäßigen Kranze feiner Oeffnungen[2], welche in kurze Röhrchen führen; die Röhrchen verlaufen in die Tiefe und schief gegen das Bläschen bis zur äußeren Oberfläche desselben, sie können in Zusammenhang mit dem Bläschen aus der Schleimhaut herauspräparirt werden, indessen konnte Böhm keine Communication zwischen dem Lumen des Bläschens und der Röhrchen wahrnehmen, er fand nur etwas hellere Stellen im Umfange des Bläschens, den Röhrchen entsprechend, und wirft deshalb die Frage auf, ob die Röhrchen nicht identisch seyen mit den kleinen Lieberkühn'schen Drüsen, welche überall im Dünndarme sich finden; sie unterscheiden sich von diesen nur durch die öfters vorkommende längliche Form der Mündung; in Krankheiten sind sie oft eben so verändert, wie die Lieberkühn'schen Drüsen, häufiger aber nicht. Die gehäuften, sogenannten Peyer'schen Drüsen sind von den Glandulae solitariae eben nur dadurch verschieden, daß die Bläschen sammt ihrem Kranze von Röhrchen in Haufen zusammenstehen[3].

Von den linsenförmigen Magendrüsen sagt Sprott Boyd[4], nachdem er die verschiedenen, widersprechenden Ansichten der Schriftsteller über dieselben angeführt hat, daß sie bald an der Kardia, bald am Pylorus vorkommen, bald auch gänzlich fehlen. In manchen Fällen sah er die Schleimhaut der Kardia durch kleine, runde oder eiförmige Körperchen erhoben, die in dem submukösen Gewebe lagen, drüsig schienen, aber sich nicht an der Oberfläche der Schleimhaut öffneten. Bischoff[5], der die linsenförmigen Drüsen an derselben Stelle fand, und Pappenheim[6] konnten ebenfalls keine Mündungen erkennen.

Bekanntlich entwickelt sich das Ei in geschlossenen Bälgen

1 Müll. Arch. 1837. S. 8.

2 Böhm, Gland. intest. Tab. I. fig. 7.

3 Müller, Gland. sec. Tab. I. fig. 11. Böhm, a. a. O. Tab. I. fig. 2. Berres, Oesterr. Jahrb. XXXI. 556. Fig. 6.

4 *Structure of the stomach. p. 26.*

5 Müll. Arch. 1838. S. 511.

6 Verdauung. S. 16.

den Graaf'schen Bläschen, und diese liegen im Parenchym des Eierstockes, eines festen, gefäßreichen Körpers von eigenthümlichem Baue. Der Oberfläche zunächst findet sich eine ansehnliche Lage von Bindegewebefasern, mit dem Epithelium des Bauchfelles bekleidet, welche man als fibröse mit der serösen verschmolzene Ausfüllungshaut beschreibt. Nach der Tiefe wird das Bindegewebe lockerer, so daß eine eigentliche Grenze zwischen Umhüllungshaut und Parenchym, dem Stroma nach v. Baer, nicht festgesetzt werden kann, und die Maschen werden erfüllt von zahllosen kleinen Zellen und Zellenkernen, die sich gleich einem weißen Safte herausdrücken lassen[1]. Die Hauptblutgefäßstämme liegen bei den meisten Thieren in der Axe des Eierstockes, von lockerem Bindegewebe umgeben, und senden ihre zahlreichen Aeste den Verästelungen der von der Oberfläche her eintretenden, feineren Stämmchen entgegen. Die jüngsten Graaf'schen Bläschen, welche man ihrem Inhalte nach bestimmt als solche erkennen und von den Parenchymzellen des Stroma unterscheiden kann (*Ovisac* nach Barry[2]), haben eine einfache, structurlose Haut; sie sind in diesem Zustande noch ganz unter der Umhüllungshaut des Eierstockes versteckt. Später dehnen sie sich nach der Oberfläche desselben aus, treiben die Umhüllungshaut vor sich her und verdünnen sie, werden sogar bei den Vögeln und einigen Säugethieren zu gestielten Bläschen. Die Membran dieser größeren Bläschen besteht aus mehr oder weniger deutlich geschiedenen und in Fibrillen zerfallenen Bindegewebefasern, zwischen denen die dunkeln, gestreckten und geschlängelten Zellenkerne in mehreren dem Umfange des Bläschens concentrischen Reihen hintereinander liegen. Auf und zwischen denselben sieht man ein Netz feiner Capillargefäße[3]. Die kleinsten, aus einer structurlosen Haut gebildeten Bläschen haben nach Barry 0,01—0,02''' Durchmesser, der Durchmesser der größten beträgt beim Menschen etwa 4'''; bei Bläschen von 0,5''' Durchmesser lassen sich schon Bindegewebefasern sehr deutlich unterscheiden.

Von mehreren der hier zusammengestellten Bläschen unterliegt es keinem Zweifel, daß sie unter Umständen an der Oberfläche

1 Bernhardt, Symbolae. p. 5. Eine nicht ganz naturgetreue Abbildung derselben giebt Gerber, Allg. Anat. Taf. II. Fig. 27. 28.

2 *Philos. transact. 1838. P. II. p. 310.*

3 Berres, Oesterr. Jahrb. XXXI. S. 556.

durchbrechen und sich dann, indem sie ihr Contentum entleeren, auf längere oder kürzere Zeit in einfache, offene Grübchen verwandeln, deren Wände durch eine engere oder weitere Mündung in die Membran übergehen, unter welcher sie sich entwickelt haben. So weiß man namentlich, wie die Graaf'schen Bläschen in Folge der Congestion, welche dem fruchtbaren Beischlafe folgt, erst anschwellen und dann platzen, während sie zugleich von Blut ausgefüllt werden, welches sich allmählig entfärbt, organisirt und in eine Narbensubstanz verwandelt, die zuletzt spurlos verschwindet. Ob übrigens alle Graaf'schen Bläschen, wenn sie ihre volle Entwickelung erreicht haben, stehen bleiben oder bersten oder wieder einsinken, das ist eine Frage, zu deren Lösung noch nicht viel geschehen ist. Die wenigen Fälle, wo man gelbe Körper, so nennt man die in der Entfärbung und Organisation begriffenen Extravasate, ohne vorausgegangenen Beischlaf, namentlich während der Menstruation fand[1], kommen nicht in Betracht gegen die Masse von negativen Beobachtungen. Auch könnte das Bersten der Bläschen in jenen Fällen durch eine ähnliche Erregung und Congestion, wie beim Beischlafe bedingt seyn. Von der anderen Seite ist zu erwägen, daß die Corpora lutea mehr eine Folge der Congestion, als des Berstens der Bläschen sind und daß nach einer gewissermaßen ruhigen Dehiscenz diese auffallende Metamorphose fehlen könne. Bei Congestiv- und Entzündungszuständen des Darmcanales schwindet die Decke der solitären und Peyer'schen Drüsen, so daß sie zu offenen Gruben werden[2], aber auch ohne solche abnorme Ereignisse scheinen sie sich zu gewissen Zeiten zu öffnen, wenigstens lassen sich unter dieser Annahme die widersprechenden Aussagen gewissenhafter Beobachter vereinigen. Böhm konnte, wie erwähnt, keinen Ausführungsgang finden, nur in höchst seltenen Fällen waren einige Bläschen mit einem mittleren Eindrucke versehen[3]; Krause dagegen[4] versichert, daß zuweilen eine wirkliche Mündung in der Mitte vorhanden sey und daß die radienförmig um den Balg gestellten Röhrchen mit dem Bläschen in offener Communication stehen; ihre Mündungen

1 *Home, Philos. transact. 1819. P. I. p. 61.* Mehrere neuere Betrachtungen von W. Jones, Lee, Reid, Paterson und Bischoff s. in Müll. Arch. 1840. S. CXLIII.

2 Böhme, Gland. intest. p. 19. Kranke Darmschleimhaut. S. 68.

3 Gland. intest. p. 18.

4 ...rch. 1837. S. 8.

an der Oberfläche der Schleimhaut seyen viel größer, als die der Lieberkühn'schen Drüsen, indem jene 0,05—0,07‴, diese meist nur 0,03 und selbst 0,02‴ messen, jene seyen länglich und nicht scharf begrenzt, weil sie in schräger Richtung von den Bälgen aufsteigen. Krause vermuthet, daß die Communication der Bälge mit den Röhrchen von Böhm eben dieses Umstandes wegen übersehen worden sey, welcher hindere, daß das Licht durch die Ausführungsgänge hindurch scheine; es gelang ihm, das Contentum der Röhrchen durch die Drüsen herauszudrücken, und wenn er eine gefärbte Flüssigkeit in die von der äußeren Seite geöffnete Drüse brachte, so trat sie auf der inneren Wand des Darmes eher durch die Mündungen der Röhrchen hervor, als die ganze Drüsenwand sich durch Imbibition gefärbt hatte. Eine Täuschung ist zwar auch bei diesen Versuchen möglich: es kann durch Druck die dünne Wand zwischen den Bälgen und Röhrchen reißen, die Decke der Bälge muß an diesen dünnen Stellen von Flüssigkeit schneller durchdrungen werden, als an anderen, und so bleibt es künftigen Untersuchungen vorbehalten, zu entscheiden, ob Böhm richtig beschrieben hat oder Krause, oder ob die Bälge mit den Röhrchen bald communiciren, bald nicht. Wichtig ist aber jedenfalls Krause's Beobachtung einer centralen Oeffnung an den solitären und Peyer'schen Drüsenbälgen. An den Peyer'schen Drüsen bildet auch Berres eine solche Oeffnung ab, während er die rings um die Drüse gestellten Röhrchen geradezu als Lieberkühn'sche Drüsen anspricht[1]. Mit jener Oeffnung gleichen die Drüsen durchaus den einfachen, offenen Schleimbälgen des Dickdarmes[2], welche ebenfalls zwischen feinen Röhrchen zerstreut und isolirt stehen, nur daß die letzteren meist größer sind. Sie messen nach Krause 0,5—0,6‴. In Betreff der **Glandulae tartaricae** des Zahnfleisches sind noch die von Serres ausnahmsweise wahrgenommenen punktförmigen Oeffnungen zu erwähnen. Endlich muß ich aus den Angaben von Berres[3], Krause[4] und Römer[5] schließen, daß auch die kleineren Bläschen, deren ich zuerst gedachte, auf verschiedenen Schleimhäuten mit einem Ausführungsgange ver-

1 Oesterr. Jahrb. XXXI. 556. Fig. 6. b.

2 Böhm, a. a. O. Taf. II. Fig. 9.

3 Mikrosk. Anat. S. 140. Taf. IV. Fig. 25.

4 Anat. 2te Aufl. I, 160.

5 v. Ammon's Zeitschr. V, 33. Taf. I. Fig. 7.

sehen seyn können, obgleich ich mich selbst davon nie überzeugen konnte. Berres bildet einfache Hautdrüsen in Flaschenform ab, von welchen er angiebt, daß sie am Eingange 0,02—0,03‴ messen, und Krause sagt ausdrücklich, es kämen den rundlichen Drüsenbälgen des Darmes ähnliche Follikeln in allen Schleimhäuten vor und führt als Beispiel die Conjunctiva und die Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase an. Aus den Schleimdrüsen der Conjunctiva will Römer durch Druck eine gelbliche Flüssigkeit hervorgepreßt haben[1].

Die hier beschriebenen Bläschen, ich werde sie Drüsenbläschen nennen, halte ich für das morphologische Element des Drüsengewebes. Aus solchen, indem sie sich häufen, nach verschiedenen Typen ordnen und ineinander öffnen, werden die complicirten Drüsen zusammengesetzt; ehe ich aber hierauf weiter eingehe, will ich die Textur, die Genesis und namentlich den Inhalt der Drüsenbläschen genauer erörtern.

Die Wand der kleinsten ist völlig hell und structurlos, größere sind mit mehreren Schichten von Zellenkernen besetzt, die sich in die bekannten, gebogenen und geschlängelten, an beiden Enden zugespitzten dunkeln Körperchen verlängert haben, und, wie man auch die Bläschen betrachten möge, mit ihrer Längenaxe in Linien liegen, die dem Umfange der Bläschen concentrisch sind. An noch größeren ist auch die Substanz zwischen den Kernen deutlich faserig und der Umfang concentrisch gestreift. Der Uebergang einer homogenen, structurlosen Membran in eine aus Faserbündeln zusammengesetzte erfolgt also hier, wie bei den Gefäßen, durch Ablagerung von Kernen, Verlängerung derselben und Sonderung der Grundsubstanz in Bündel nach der Richtung der Kerne. Wir wollen die Membran, mag sie structurlos oder in Fasern zerfallen seyn, die Tunica propria der Drüsenbläschen nennen.

Ueber die Genesis und Bedeutung der Tunica propria lassen sich fast nur Vermuthungen aufstellen. Weil sie anfangs structurlos ist, so kommt man auf den Gedanken, daß sie eine Zellenmembran sey, auf gewöhnliche Weise um einen Zellenkern gebildet; ich habe aber auch bei den kleineren nie einen Zellenkern gesehen und man müßte annehmen, daß er in früher Zeit resorbirt werde. Möglich, daß sie ursprünglich als Begrenzung einer in dem festen Cytoblastem

1 Bei den Fröschen kommen einfache, mit einem Epithelium ausgekleidete, offene und contractile Bälge an allen Stellen der äußeren Haut vor. Ascherson in Müll. Arch. 1840. S. 15. Taf. II.

entstandenen Lücke, eines Intercellularraumes auftritt, oder daß sie aus abgeplatteten und verschmolzenen Zellen zusammengesetzt wird. Von der Membrana propria des Graaf'schen Bläschens ist durch Barry's Untersuchungen ermittelt, daß sie sich um eine Masse von Oeltröpfchen oder Zellen entwickelt, welche das Keimbläschen, eine kernhaltige einfache Zelle, umhüllen. In diesem Zustande wäre das unreife Graaf'sche Bläschen, Barry's *Ovisac*, einer complicirten Zelle (s. oben S. 185) zu vergleichen und die Membrana propria entspräche der äußeren Hülle der Ganglienkugeln [1].

Wenn dem Inhalte der Drüsenbläschen mikroskopisch wahrnehmbare Partikeln beigemischt sind, so sind es in der Regel Elementarkörnchen und diejenige Art von Zellen, deren Kern aus einem bis drei Elementarkörnchen gebildet ist und leicht wieder in dieselben zerlegt werden kann. Die Zellen (Taf. V. Fig. 22) sind durchaus nicht zu unterscheiden von Eiterkörperchen, deren genauere Beschreibung ich bereits im allgemeinen Theile S. 155 gegeben habe. Sie haben einen mittleren Durchmesser von 0,005''', die Körnchen von 0,001—0,002'''. Die verschiedenen Entwickelungsstufen liegen miteinander gemischt in den Drüsenbälgen des Darmes und anderen [2].

[1] Nach der Darstellung, welche Valentin (Müll. Arch. 1838. S. 530) von der Entwickelung der Eierstöcke und Graaf'schen Bläschen giebt, würden die letzteren nicht als Drüsen, sondern als Drüseninhalt anzusehen seyn, indem sie reihenweise in blinden Röhren entständen, welche anfänglich im Eierstocke enthalten seyen. Valentin vergleicht diese Röhren mit den Samencanälchen des Hoden. Sie bestehen, gleich diesen, aus einer feinfaserigen Membran, an deren Innenfläche rundliche, etwas gekörnte Epithelialkugeln sich befinden. Die ursprünglichen, in den Anfängen der Röhren enthaltenen Follikel haben einen mittleren Durchmesser von 0,009—0,013'''. Indem sie sich vergrößern und vermehren, werden die Röhren so aneinander gepreßt und verschoben, daß die ursprüngliche Bildung später ganz unkenntlich werde. Dem Resultate dieser Beobachtungen wird von Bischoff widersprochen (Müll. Arch. 1839. S. CLXXV).

[2] Böhm giebt den Durchmesser der Körnchen aus den Peyer'schen Drüsen des Kaninchens und Ochsen auf 0,0020—0,0037''', Krause denselben vom Menschen auf 0,0018—0,0022''' an, der Letztere scheint nur Elementarkörnchen vor sich gehabt zu haben, Böhm hat Elementarkörnchen und Zellen gemessen, einige seiner Körnchen enthielten dunkle Flecken. In den Glandulae lenticulares des Magens fand Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 511) vollkommen runde Körnchen, kleiner als Blutkörperchen (Pappenheim, Verdauung. S. 16), Körperchen von 0,0037''', oval, nieren- und bohnenförmig, zuweilen mit einem Kern.

Die reifen sind anfangs glatt, in Wasser wird ihre Oberfläche bald rauh und wie feinkörnig, zuweilen enthalten sie aber im Innern wirklich eine Menge feiner, scharf begrenzter, dunkler Körnchen, kleinen Fetttröpfchen ähnlich [1]. Ich sah dergleichen mit Fetttröpfchen erfüllte Zellen, 2 bis 3 mal so groß, als Schleimkörperchen, einigemal in Graaf'schen Bläschen des Kaninchens, in welchen kein Ei enthalten war. In den Zahnfleischdrüschen werden die Zellen platt und im Verhältniß zum Kerne breit, wie Epitheliumschüppchen, vielleicht liegen sie wirklich in Schichten an der inneren Wand der Tunica propria an. Gewiß ist dieses bei den Zellen des Graaf'schen Bläschens, welche anfangs ordnungslos in der Höhle zerstreut zu seyn scheinen, später aber in einer zusammenhängenden, membranösen Schicht, gleich dem Epithelium der serösen Häute, die Innenfläche der Tunica propria bekleiden, und über und unter dem Ei sich wegziehen, so daß dieses an der Wand des Bläschens in der Zellenschicht befestigt ruht. Bischoff [2] sah einmal beim Hunde über dem Eie die Zellen zu Cylinderchen verlängert, welche den Cylindern des Epitheliums einiger Schleimhäute glichen. Der eigentliche Inhalt des Bläschens ist flüssig, klar, nur mit einzelnen Fetttropfen und Elementarkörnchen gemischt [3]. Die nähere Beschreibung des Eies lassen wir später folgen.

1 Raschkow, Meletemata. Fig. 12. Linderer, Zahnheilkunde Taf. III. Fig. 6. dd. aus den Glandulae tartaricae.

2 Müll. Arch. 1839. S. CLXXI.

3 Diese Zellenschicht ist es, welche v. Baer (Heusinger's Zeitschr. II, 146) und Bernhardt (Symbolae. p. 10) unter dem Namen Membrana granulosa als eigene Haut des Graaf'schen Bläschens anführen, während sie die Tunica propria für eine dem Eierstocke angehörige Kapsel, Theca, ansehen und sogar in zwei Schichten trennen. Valentin's Membrana cumuli (Repert. 1838. S. 190) scheint dieselbe Zellenschicht zu seyn; die Membrana folliculi schildert er als eine faserige Haut, welche an der Innenfläche mit einem Epithelium cellulosum versehen sey, dessen länglich rhomboidale, concentrisch gelagerte Zellen fadig aufgereiht seyen. Wahrscheinlich hat er die Kerne der Bindegewebebündel für ein Epithelium genommen. Pockels (Müll Arch. 1836 S. 203) unterscheidet sogar außen um die Membrana granulosa drei Schichten, wovon er zwei (Taf. VI. Fig. II, 2 u. 3) zur Theca rechnet und die dritte innerste (ebendas. 4) als äußere Membran des Graaf'schen Bläschens ansieht, die nach Ausstoßung des Eies noch mehrere Tage als eine mit gelblichem Serum gefüllte Blase im Centrum des Corpus luteum liegen bleibe. Endlich trennt Berres (Oesterr. Jahrb. XXXI. 554) die Membrana propria in eine

Während der Zeit, wo die Drüsenbläschen offenstehen, kann
nan den engeren Theil, durch den sie sich auf die Oberfläche der
Schleimhaut öffnen, als Ausführungsgang unterscheiden. Eine
Depression der Schleimhaut kommt dem Ausführungsgange entgegen
ınd bei den solitären und Peyer'schen Drüsen ist vielleicht eine
öhrenförmige Einstülpung der Schleimhaut als Theil des Ausfüh-
ungsganges präformirt. Offenbar besteht ein solches Verhältniß
wischen dem Graaf'schen Bläschen und den Tuben, welche als
elbstständig ausgebildeter Ausführungsgang sich um den Rand des
geöffneten Drüsenbläschens temporär anlegen. Wenn das Bläschen
ffen und ein Ausführungsgang vorhanden ist, so setzt sich das
Epithelium des Bläschens in die Oberhaut der Schleimhaut fort
ınd die Tunica propria desselben geht in das Gewebe der Schleim-
haut über, und dann werden die Bläschen Einstülpungen der Mu-
cosa, durch denselben Proceß, durch welchen die anfangs geschlos-
enen Haarbälge sich in scheinbare Einstülpungen der Cutis umbilden.

Aus solchen Bläschen, bestehend aus einer structurlosen oder
von Bindegewebe gebildeten Tunica propria, gefüllt mit Zellen,
welche gelegentlich zu Epithelium werden, kann man sich, wie er-
wähnt, alle Drüsen zusammengesetzt denken. Eine Ausnahme
machen nur die kleinsten Haarbalgdrüsen und, so viel man bis jetzt
ehen kann, die Leber. Die Haarbalgdrüsen [1], welche in der Regel
paarweise zu den Seiten eines Haarbalges in der Dicke der Cutis
iegen und durch einen kurzen Gang in den Haarbalg, dicht unter-
halb seiner Oeffnung einmünden, bestehen aus kleinen Fettzellen von
0,006—0,007‴ Durchmesser, welche in rundlichen oder etwas
gelappten Haufen von etwa 0,033‴ Durchmesser zusammen liegen.
Nur selten sind die Zellen ganz mit Fett gefüllt, in der Regel ent-
halten sie das Fett in einzelnen, oft ziemlich gleichförmigen Tröpf-
chen von etwa 0,0018‴ Durchmesser. Auf den ersten Blick sieht

Eierstocke angehörige Theca und eine eigenthümliche Haut, Matrix vesiculae
germinativae (!), die mit einem zarten Epithelium bedeckt sey.

1 Gurlt, Müll. Arch. 1835. Taf. IX. Fig. 2. Arnold, Icon. anat.
fasc. II. Tab. XI. fig. 10. R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XVI.
fig. 11. C. Malpighi (Opp. posth. p. 95. Tab. XVI. fig. 10) hat sie
zuerst, aber nicht ganz richtig beschrieben. Ihre Ausführungsgänge wurden
dargestellt von Delle Chiaje, *Epid. umana. 1827. Fig. I, 8.* Wahr-
scheinlich sind Eichhorn's Lymphräume der Cutis (Meck. Arch. 1827.
S. 48) auch nichts Anderes, als die Haarbalgdrüsen.

man nur diese Tröpfchen in einer scheinbar homogenen, hellen Substanz zerstreut, und es ist eine genaue Untersuchung, besonders des äußeren Contours eines Häufchens nöthig, um die den Grenzen der einzelnen Zellen entsprechenden Einkerbungen zu sehen. In Form und Größe entsprechen die Zellen denjenigen, welche in größeren Talgdrüsen den Inhalt der Drüsenbläschen ausmachen. Sie sind aber nicht von einer gemeinsamen Hülle eingeschlossen und so scheint mir auch der Ausführungsgang dieser Drüsen nichts Anderes, als eine Längsreihe von Fettzellen, die aber meistens von Fett gleichförmig erfüllt sind. Die Grenzen zwischen den Zellen sehe ich als Querstreifen des Ausführungsganges am Erwachsenen in der Regel noch eben so, wie sie G. Simon aus Embryonen abgebildet hat[1], und nur selten schien mir der Gang eine einfache Röhre zu seyn. Auch an R. Wagner's Abbildung finde ich die Abtheilung in Zellen angedeutet.

Zieht man von der frischen Leber das Bauchfell vorsichtig ab, so bleiben immer einzelne Massen Leberparenchym an demselben sitzen; an Stellen aber, wo die Trennung gut gelungen zu seyn scheint, ist die Oberfläche der Leber, welche vorher glatt war, nunmehr uneben; vorragende stumpfe Höckerchen zeigen sich überall, wo man die frische Leber zerreißt. Trennt man durch Reißen weiter, so zerfällt die frische und noch leichter die macerirte Leber in Körner, Acini, oder Läppchen, welche blattförmig, aber nicht platt, mit mehreren stumpfen Fortsätzen versehen, 1/2''' dick und 2—3''' lang sind[2]. Wie Wein- oder Eichenblätter sitzen sie mit kurzen Stielen

1 Müll. Arch. 1841. Taf. XIII. Fig. 7. 9.

2 Sie wurden zuerst von Wepfer (De dubiis anatomicis, epist. ad J. H. Paulum. Norimb. 1664) an einer gekochten Schweinsleber, dann durch Malpighi (De hepate. C. III) an der menschlichen Leber dargestellt. Nach Malpighi sollen sie in der menschlichen Leber hexagonal seyn. Autenrieth hat ihre Form richtiger beschrieben. Er nennt die Körner sternförmig-blätterig oder ästig-blätterig, im Kleinen etwas ähnlich den Blättern des kleinen Gehirnes. J. Müller (Gland. secern. Tab. XI. fig. 11) giebt Abbildungen der an der Oberfläche durchschimmernden Läppchen, vergrößert aus der Leber des Eichhörnchens; dieselben Läppchen, nur schwächer vergrößert, scheinen mir in Fig. 12 b. aus der Leber des Meerschweinchens dargestellt. Müller betrachtet sie (p. 81) als die Verzweigungen der Gallencanälchen selbst. In der menschlichen Leber sind die Läppchen bei schwächerer Vergrößerung abgebildet von [illegible] a. D. Fig. 13, *Kiernan*, *Phil. transact.* 1833. *P. II.* T [illegible] und R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XVIII.

n Verzweigungen eines Gefäßes auf; das Gefäß ist die Vena
:patica, die Stiele sind Aeste der Vena hepatica; gleich den Blatt-
rven erstrecken sie sich in der Axe der Läppchen bis zu deren Spitze
ıd senden auf diesem Wege nach den Seiten hin feinere Zweige
ı; diese stehen an der ganzen Oberfläche der Läppchen mit einem
apillarnetze in Verbindung, welches aus den feinsten Zweigen der
fortader gebildet wird. Das Blut aus den Capillarnetzen der Leber-
terie, die fast ausschließlich den Wänden der Gefäße und Gallen-
ınge angehören, wurde schon früher von den Zweigen der Pfort-
ıer aufgenommen [1].

z. 1, A., wo auch die wichtigeren Kiernan'schen Abbildungen copirt sind.
urch Maceration getrennte Läppchen aus der Leber des Eisbären beschrieb
Müller (Physiol. I, 443); sie stimmen in der Form mit den menschlichen
nz überein.

An der Oberfläche der Leber, so lange sie noch mit dem Bauchfelle über-
gen ist, sieht man bald runde, gelbe Flecke von etwa ⅛‴ Durchmesser durch
was breitere, röthliche, netzförmig zusammenhängende Streifen von einander
gegrenzt, bald umgekehrt dunkle rundliche Flecke von helleren Streifen ein-
faßt. Dieser Farbenunterschied, welcher mehr oder weniger auffallend ist,
ranlaßte zuerst Ferrein, Rinde und Marksubstanz zu unterscheiden (*Mém.
: Paris. 1753. p. 51)*; er fand die Läppchen außen hell und nannte die helle
ubstanz Rinde und die dunkle im Innern Mark. Autenrieth (Reil's
:ch. VII, 299), welcher zunächst den Fall vor Augen hatte, wo helle Flecken
n dunkeln Streifen eingefaßt werden, bezeichnet umgekehrt mit dem Namen
arksubstanz die gelben Partien und nennt die dunklere Substanz Rinde. Ihm
gen Mappes (De penitiori hepatis humani structura. Tubg. 1817) und
:eckel (Anat. IV, 340). Autenrieth ging von der Ansicht aus, daß die
lben Flecke den Spitzen der Leberläppchen entsprechen, deren Zwischenräume
n der weicheren, rothbraunen Substanz erfüllt würden. Wenn diese Erklä-
ng, welcher auch J. Müller (a. a. O. p. 84) sich anschließt, richtig wäre,
wäre die Unterscheidung der beiden Substanzen nicht unbegründet, obwohl die
ımen unpassend seyn möchten. Durch Kiernan wissen wir aber, daß die
:schiedenfarbigen Flecke nicht eigentlich den Läppchen und deren Zwischen-
ımen entsprechen, sondern daß die Läppchen selbst, je nachdem mehr ihr
ıtraler oder ihr peripherischer Theil mit Blut erfüllt ist, bald in der Mitte,
b außen dunkler gefärbt sind (vgl. seine Abbildungen. *Tab. XXI fig. 2—4*).
e Zwischenräume der Läppchen sind, wenigstens bei den Säugethieren, so
mal, daß sie auch mit der Loupe gesehen, kaum als dunkle, hier und da
>as breitere Linien erscheinen.

1 Malpighi bemerkte, daß die Läppchen an den Enden von Gefäßen
ıgen. J. Müller (a. a. O. p. 86) beschrieb das centrale Gefäß der Le-
läppchen und seine Verästelungen; die Darstellung der Gefäßverbreitung in der
er in dem oben mitgetheilten Zusammenhange wurde von Kiernan gegeben.

Offenbar sind die Läppchen derjenige Theil der Leber, in welchem die Absonderung der Galle vor sich geht, aber wie sie im Innern organisirt sind, und namentlich wie das Secret aus ihnen in die Ausführungsgänge gelange, darüber sind wir trotz vielfacher, mühsamer Untersuchungen noch ganz im Dunkeln. Müller[1] fand beim Eichhörnchen die Läppchen aus zahllosen, länglichen und cylindrischen Körperchen zusammengesetzt, welche ohne Anschwellung und blind an der Oberfläche der Leber enden; er hält sie für röhrig und für die letzten Verzweigungen des Ausführungsganges. Später gelang ihm, an der Leber des Kaninchens, die Anfüllung der Canälchen vom Gallengange aus; nach der Injection hatten sie einen Durchmesser von 0,012—0,013''', sie kamen aus der Tiefe jedes Läppchens divergirend an die Oberfläche, wobei sie sich auch reiserförmig theilten, ohne merklich dünner zu werden oder sich zu erweitern. Krause[2] konnte die injicirten Gallengänge gewöhnlich nur bis zu einer Dicke von 0,05''' bis höchstens 0,026''' zwischen den Läppchen erkennen, dann aber entzogen sie sich plötzlich der verfolgenden Nadel und schienen geplatzt. Einmal, an der Leber eines Igels, als bei der Injection mittelst der Luftpumpe die Luft mit großer Gewalt in die Leber eingedrungen war, erschienen die Läppchen an der Oberfläche durch Luft ausgedehnt und zeigten sich bei mäßiger Vergrößerung zusammengesetzt aus regelmäßigen, runden, dicht gedrängten und von Luft stark ausgedehnten Bläschen von 0,021—0,025''' Durchmesser. Die aufgeblasenen Bläschen mit dem Messer weiter in die Tiefe zu verfolgen, konnte natürlich nicht gelingen und so bleibt immer nur Vermuthung, so wahrscheinlich auch Krause es zu machen sucht, daß die Bläschen erweiterte Ende der Gallencanälchen seyen. Auf keinen Fall waren sie identisch mit den Bläschen, die er in der frischen Leber fand und von welchen sogleich die Rede seyn soll. Es ist vorher noch der Angabe Kiernan's zu gedenken[3], wonach die ganze Substanz der Leberläppchen aus einem Plexus von Gallengefäßen besteht; diese sollen an der Oberfläche der Läppchen sich in einzelne Aeste sammeln, und die Aeste in die stärkeren Gallencanälchen einmünden, welche nebst den peripherischen Blutgefäßen und umgeben von Bindegewebe in den

1 Hildebr. Anat. IV, 306. Physiologie. S. 442.

2 Müll. Arch 1837. S. 13.

3 *Philosoph. transact. 1833. P. II. p. 741.*

Räumen zwischen den Läppchen verlaufen und in die Tiefe gehen. Bei der Erklärung der Abbildung[1] gesteht indeß Kiernan, daß seine Beschreibung nicht auf Anschauung beruhe. Er sah niemals Anastomosen der Gallencanälchen in der angegebenen Weise, er erschließt sie nur, weil Injectionsmasse aus dem Gallengange eines Leberlappens in den eines anderen übergeht und weil größere Gallengänge im Ligamentum laterale mit einander anastomosiren. Nach Ferrein's Entdeckung verlaufen nämlich zahlreiche Gallencanälchen vom Rande der Leber aus zwischen denjenigen Platten des Bauchfelles, welche das linke Ligamentum laterale bilden, und erstrecken sich selbst über die untere Fläche des Zwerchfelles. Kiernan fand, daß sie vielfach unter einander anastomosiren, bogenförmig zur Leber zurückkehren und Plexus feinerer Canälchen einschließen; die ganze Bildung stelle gleichsam ein Rudiment der Leber, die Drüse in ihrer einfachsten Form dar.

Wenn die Leberläppchen aus bläschen- oder blinddarmförmigen Enden oder aus Plexus von Gallencanälchen beständen, so müßten diese auch ohne Injection mit dem Mikroskop nachzuweisen seyn, so gut wie sie nach der unten folgenden Beschreibung an anderen Drüsen nachgewiesen werden können. Die mikroskopische Untersuchung zeigt nichts davon, sie lehrt vielmehr, daß die Acini der Leber auf eine von anderen Drüsenläppchen ganz verschiedene Weise gebaut sind. Es sind Haufen dicht gedrängter und allseitig geschlossener kernhaltiger Zellen, welche die Maschen zwischen den Gefäßen ganz ausfüllen. Aus Lebern, die etwas macerirt sind, kann man sie durch Abschaben in großer Masse und isolirt erhalten, beim Zerreißen frischer Lebersubstanz gewinnt man sie leicht in einfachen und ästigen Reihen zusammenhängend (Taf. V. Fig. 15), und wenn man einen feinen Durchschnitt eines Leberläppchens betrachtet, so sitzen sie außen an den Wänden der bluterfüllten Gefäße bald in unregelmäßigen Haufen, bald in regelmäßigen kurzen Längsreihen nebeneinander, die sich, wenn man die transversalen Abtheilungen übersieht, wie kleine Blinddärmchen ausnehmen. Die Zellen haben einen mittleren Durchmesser von 0,007''', der Kern ist vollkommen rund, mitunter etwas platt gedrückt, von 0,0030—0,0033''' Durchmesser, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehen. Durch den

[1] a. a. O. *Tab.* XXIII. *fig.* 8 copirt bei R. Wagner, icon. physiol. Tab. XVIII. fig. 4.

Druck, welchen die Zellen aufeinander ausüben, sind sie polygonal, meist vier- oder fünfeckig; sie haben eine gelbliche Färbung, enthalten eine Menge feiner, punktförmiger Körperchen, die an den Wänden festzusitzen scheinen, häufig auch, bei Menschen und Säugethieren, kleinere und größere Fetttröpfchen, die jedoch in völlig gesunden Lebern nicht vorkommen. Nicht selten sind kleinere Zellen, welche den Kern eng umgeben, und größere Zellen mit zwei Kernen, auch kommen Zellen vor, deren Höhlen mit einander zu communiciren scheinen, zwischen denen wenigstens keine Scheidewand sichtbar ist (vgl. die Abbildung). Hallmann fand Zellen ohne Kern[1]. Außer diesen Zellen sieht man nur Fett in den Interstitien der Leberläppchen, Fasern in den Wänden der stärkeren Gefäße und Gallengänge und cylindrische Epitheliumzellen aus den letzteren abgelöst, eigentliche Bindegewebefasern konnte ich aber nicht einmal an der Oberfläche der Läppchen oder zwischen denselben erkennen und auch Vogel sagt, daß es nirgends deutlich erscheine.

Daß die beschriebenen Zellen bei der Gallenbereitung die wesentliche Rolle spielen, kann man nicht bezweifeln. Zwar läßt sich

1 Purkinje gab die erste Nachricht von den Zellen der Leber bei der Prager Naturforscherversammlung (Bericht u. s. f. 1838. S. 174); ohne von seiner Entdeckung Kenntniß zu haben, beschrieb ich sie in Hufeland's Journ. 1838. Mai. S. 8 und im October 1838 beobachteten Dujardin und Berger (Fror. N. Not. Nr. 179) die Zusammensetzung der Leberläppchen aus ovalen Körperchen, die in geradlinigen Reihen sich von der Oberfläche nach der Mittellinie ziehen, aus einer coagulabeln Substanz gebildet und mit kleinen ölartigen Körperchen vermischt seyen. Hallmann (De cirrhosi hepatis 1839. p. 22) giebt ihren mittleren Durchmesser aus 46 Messungen auf 0,00[illegible]‴ an, er schwankte zwischen 0,0065 und 0,0139‴, J. Vogel (Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops. S. 448) bestimmt den Durchmesser zu 0,010—0,013‴, R. Wagner (Physiol. S. 257) zu 0,0066—0,012‴; er theilt eine Abbildung derselben mit, Icon. phys. Tab. XVIII. fig. 1, B.

Krause's Beschreibung der Acini der Leber paßt zum Theil sehr gut auf unsere Zellen; er fand kleine Haufen runder, eng gedrängter Körperchen, von gelber oder matt bräunlicher Farbe, von 0,013‴ Durchmesser, meist oblong, 0,014‴ lang und 0,010‴ dick, zuweilen unterschied er einen hellern inneren Raum von einer dunkeln Wand umgeben. Der Kern war, da Krause die Bläschen nicht isolirte, leicht zu übersehen. Es heißt aber weiter, die Körperchen hingen durch zarte Zellstofffasern und, wie es schien, auch durch Gefäße zusammen, durch Injection der Blutgefäße sey ihre, 0,0032‴ dicke Wand gefärbt worden und diese Färbung sey bedingt gewesen durch Capillargefäße von zum Theil nur 0,0018‴ Durchmesser. Dies kann sich nicht wohl auf die Zellen beziehen

nicht geradezu beweisen, daß sie Flüssigkeit enthalten und daß ihr Inhalt Galle sey; doch ist das Erste schon der Analogie mit anderen Zellen und das Zweite der Farbe wegen wahrscheinlich. Wenn sie Fett einschließen, so kann man beobachten, wie dasselbe nach Zerreißung der Zellen durch Druck austritt; sonst werden sie durch Druck nur blasser, ohne daß man eine Flüssigkeit austreten sähe (Hallmann). Oft sind auch einzelne Zellen ganz oder theilweise dunkel, erscheinen bei auffallendem Lichte gelb oder gelbbraun und dann wird um den dunkeln Inhalt deutlich die gesonderte Zellenwand unterschieden (Ders.). Dem inconstanten Vorkommen von Fett in den Leberzellen entspricht der wechselnde Fettgehalt der Galle. Hallmann's chemische Untersuchung der Leberzellen erlaubt keinen Schluß auf deren Inhalt; sie erhalten sich in kaltem und kochendem Wasser, werden rauher und etwas zusammengezogen in Aether, Alkohol und Säuren, lösen sich auf in verdünnter kaustischer Kalilösung; alles dies erklärt sich aus den Reactionen der Zellenmembran.

Zugegeben, daß die Zellen das Secret der Leber enthalten, so bleibt ferneren Untersuchungen die Aufgabe, zu ermitteln, wie es aus den Zellen in die Ausführungsgänge gelange und wie diese sich zu jenen verhalten. Ich will nur einige der möglichen Fälle anführen. Es könnten die Zellen reihenweise zu Röhren verschmelzen, sich also in einander und so auch in die blinden Anfänge des Ausführungsganges der Leber öffnen. Obschon dies mit den Resultaten der Injection von Müller am meisten übereinstimmen würde, so halte ich es doch für unwahrscheinlich, weil man sonst reihenweise verschmolzene Zellen viel häufiger sehen müßte, als wirklich der Fall ist. Es wäre ferner denkbar, daß die Zellen sich einzeln und an allen Stellen in die Gallengänge öffneten und dann gleich Folikeln an denselben ansäßen. Solche Follikel werden an den größeren Gallengängen beschrieben, wo man sie für Schleimbälge hält, auf der inneren Fläche der feineren Gallencanälchen kommen zwei Reihen dichtgedrängter Oeffnungen vor, welche Kiernan[1] ebenfalls für Mündungen von Schleimbälgen erklärt, ohne dafür einen Grund anzugeben. Bilden die feinsten Gallencanälchen wirklich Plexus zwischen den Läppchen, so hätte man anzunehmen, daß die äußersten Zellen jedes Läppchens zuerst mit den Gallencanälchen in Verbindung treten und sich in dieselben entleeren, und daß all-

1 a. a. O. p. 728.

mählig neue aus der Mitte der Läppchen nachwachsen. Eine dritte Hypothese, welche mir am wahrscheinlichsten vorkommt, ist folgende. Man denke sich das Parenchym der Leber als eine compacte, von Gefäßen durchzogene Masse von Zellen, welche nur auseinanderweichen, um cylindrische Hohlräume frei zu lassen, in welchen das Excret sich sammelt. Die Stelle, die es einnimmt, wäre demnach anfangs ein bloßer Intercellulargang. Erst wenn mehrere Intercellulargänge sich verbinden, entsteht an der Wand derselben eine eigene Haut (b), an deren Innenseite die Zellen (a), einem Epithelium gleich, sich anlegen, während außen neue Lagen und zuletzt ringförmige Fasern (c) gebildet werden. Das flüssige Excret aber, welches die Intercellulargänge füllt, müsse entweder aus den Zellen in dieselben deponirt oder durch allmälige Auflösung der successiv nachwachsenden Zellen frei werden. Ich berufe mich dabei auf die Analogie mit den blasigen Drüsen der Pflanzen berufen, von welchen Meyen sagt[1]: die abgesonderte Flüssigkeit zeigt sich zuerst im Innern der Zellen, welche die Drüse bilden, später aber treten diese Zellen in der Mitte der Drüse aus einander und es bildet sich dadurch eine Höhle, welche mit zunehmendem Alter größer wird und sich mit dem Secret füllt, welches die Drüsenzellen zuerst in ihrem Innern absondern, später aber auch nach außen hin deponiren.

Nach Ausschließung dieser anomalen Formen lassen sich die übrigen Drüsen des menschlichen Körpers in drei Gruppen ordnen: 1. blinddarmförmige, 2. traubige und 3. netzförmige. Die blinddarmförmigen Drüsen denken wir uns zusammengesetzt aus der Länge nach aneinandergereihten und ineinander geöffneten Drüsenbläschen, wovon das erste den blinden Grund des Röhrchens bildet, das letzte, der Oberfläche der Haut oder Schleimhaut zunächst gelegene, auf diese oder in den vorgebildeten Ausführungsgang sich öffnet. Bei den Magendrüsen ist es mir gelungen, diesen Entwickelungsgang nachzuweisen. Für die übrigen blinddarmförmigen Drüsen bleibt es noch zweifelhaft, die kürzesten sind vielleicht nur ein einziges verlängertes Bläschen. Traubige Drüsen entstehen, in

1 Pflanzenphysiologie II, 482.

m eine größere Anzahl haufenweise zusammenliegender Drüsen-
äschen so mit einander verschmelzen, daß von jedem ursprüngli-
en Bläschen nur ein kleiner Theil der Wand übrig bleibt (Taf. V.
ig. 14). Die hohlen Kugelabschnitte, welche Reste der einzelnen
llen sind, begrenzen dann eine gemeinsame Höhle und das Lumen
nes Drüsenläppchens zeigt eine Menge von kugeligen Ausstülpun-
n oder Recessus. Daß die Bildung dieser Läppchen, die ich pri-
äre nennen werde, in der angegebenen Weise erfolge, schließe ich
s ihrer Form und daraus, weil ich mehrmals einzelne geschlossene
rüsenbläschen (Taf. V. Fig. 14 D.) in dem Bindegewebe, wel-
es die Drüse umgab, und in Berührung mit der letzteren sah.
ies würde zugleich beweisen, daß im erwachsenen Körper die
rüsen noch einer Vergrößerung fähig sind. Die netzförmigen
rüsen endlich, wozu ich Nieren und Hoden rechne, bestehen aus
öhren, welche sich, gleich den Blutgefäßen oder den Markkanäl-
en der Knochen, durch Anastomosen zu einem Netze verbinden und
lten oder nie blind enden. Die Art ihrer Zusammensetzung kann
an sich nach der Weise der Markkanälchen so vorstellen, daß in
iner gleichförmigen Grundlage (sie müßte nach Analogie mit dem
ierstocke Stroma heißen) Drüsenbläschen isolirt entstehen und theils
er Länge nach zusammenmünden, theils sich durch querliegende
läschen in Verbindung setzen, bis das Stroma durch die Röhren
anz oder fast ganz verdrängt ist.

Man kann nicht erwarten, diese drei Gruppen streng von einan-
er abgegrenzt zu sehen. Uebergänge entstehen sowohl dadurch, daß
verschiedenen Theilen einer und derselben Drüse verschiedene For-
en nebeneinander vorkommen, als auch durch Formen, welche zwi-
hen den aufgestellten Typen in der Mitte stehen. Ich werde ge-
gentlich auf dieselben zurückkommen.

Unter den blinddarmförmigen Drüsen sind die einfachsten, wie
e überall in der Schleimhaut des Dünn- und Dickdarmes mehr
der minder dichtgedrängt vorkommen, gerade und glatt, in der
anzen Länge gleich weit, aus einer vollkommen structurlosen, was-
rhellen Tunica propria gebildet; sie stecken in Lücken der Schleim-
aut und oft auch der Tunica nervea, aus welchen sie sich leicht,
urch Schaben über die Schleimhautfläche herausziehen lassen. Auf
af. V. Fig. 19 ist das blinde Ende der Dickdarmdrüse einer Katze
nd in Fig. 25 c die Grube der Schleimhaut abgebildet, in welche
ie Drüse eingesenkt war. Ist diese vollkommen mit den secundären

ein; sie haben einen Durchmesser von 0,02 — 0,03''', das Lumen beträgt aber nur den vierten Theil des Durchmessers, die an den Wänden in einfacher Schicht regelmäßig geordneten Epitheliumcylinder müßten demnach 0,007 — 0,011''' Länge haben[1].

Es giebt noch eine andere, complicirtere Art blinddarmförmiger Drüsen im Magen, welche vorzugsweise der Absonderung des Magensaftes vorzustehen scheinen und daher Magensaftdrüsen genannt werden mögen. Wo sie liegen, ist die Schleimhaut dicker, als an anderen Stellen, dunkler, glatter, durch Wülste und tiefe Furchen ausgezeichnet. Im Magen des Schweines nehmen sie nach Wasmann die Mitte der großen Curvatur und die zunächst gelegenen Theile der vorderen und hinteren Wand ein, beim Kaninchen fand ich sie im Magengrund, und auch nur hier zeigte die Flüssigkeit während der Verdauung sauren Geruch und saure Reaction, beim Hunde und beim Menschen stehen sie, nach Bischoff, in der Regio pylorica. Ihrer Entwickelung und Gestalt nach kann man sie als eine Uebergangsform zu den traubigen Drüsen ansehen. Beim Kaninchen sind sie sehr lang und dünn und größtentheils aus einer einfachen Bläschenreihe gebildet. Die Bläschen, hell, schwachkörnig, rundlich oder eckig (Taf. V. Fig. 16, a) sind in der Tiefe mit einem deutlichen Zellenkern versehen, an einander abgeplattet, aber getrennt und leicht zu isoliren. Außen auf denselben und an der Grenze zwischen je zweien habe ich zuweilen freie Zellenkerne gesehen. Ihre Cytoblasten werden nach oben hin blasser, der Inhalt körniger, die Grenzen verwischen sich (b); höher hinauf schwinden die Scheidewände und es bilden sich einfache, an der Stelle der ehemaligen Scheidewände etwas eingebogene Röhren, aus einer structurlosen Wand, mit hier und da aufliegenden Zellenkernen und continuirlich körnigem Inhalte (c). Endlich verlieren sich die Zellenkerne und die Einbiegungen der Ränder. Die Körnchen des Inhaltes sind Elementarkörnchen, auf die bekannte Weise vereinigen sie sich zu 2 und 3, umgeben sich mit Zellen und stellen zuletzt ziemlich große Schleimkörperchen dar, welche man aus den Drüsen auspressen kann und welche während der Verdauung in einer an-

1) Nach Pappenheim (Verdauung. S. 14) sind die Epitheliumcylinder dieser Drüschen 0,006 — 0,010''' lang, und an der Basis 0,003''' breit, den Durchmesser der Drüsen giebt er zu 0,035''', den Durchmesser des Lumens zu 0,012''' an.

ehnlich mächtigen Lage wie eine Membran die Magencontenta einhüllen.

Neben Drüsen der eben geschilderten Art beobachtet man andere (Taf. V. Fig. 17), an welchen nirgends mehr die ursprünglichen Zellen zu erkennen sind; sie stellen einfache Röhrchen mit blinden Grunde (a) dar; die außen aufliegenden Zellenkerne (b) und die Varikositäten gestatten aber keinen Zweifel, daß sie auf demselben Wege entstanden seyen.

Schon an der in Fig. 16 dargestellten Drüse kommen ausnahmsweise 2 Zellen nebeneinander vor, und diese verlieren bei der Verschmelzung nicht blos den Theil ihrer Wand, womit sie den vorhergehenden und nachfolgenden Zellen zugekehrt sind, sondern auch den Theil, womit sie sich gegenseitig berühren. Man denke sich nun um die eingebildete Axe der Drüse 3 und mehr Zellen wie in einem Ring gelagert und dann mit einander verschmelzend, so erhält man die langgestreckten, röhrenförmigen, mit traubigen Auswüchsen versehenen Drüsen des Menschen, des Schweines und anderer Thiere[1]. Auch beim Schweine und der Katze und wahrscheinlich beim Menschen liegen in tiefster Schicht oft einzelne, noch vollkommen geschlossene Zellen, an welchen aber nicht leicht ein Kern gefunden wird. Beim Schweine beträgt der Durchmesser der feineren Drüsen 0,026‴, der Durchmesser einer halbkugelförmigen Ausbuchtung des Randes, welcher gleich ist dem Durchmesser eines Drüsenbläschens vor der Verschmelzung, mißt zwischen 0,009 und 0,016‴. Nach Krause giebt es gespaltene und in 2, nach R. Wagner selbst in mehrere blinde Enden auslaufende Drüsen[2]. Die Länge dieser Drüsen beim Menschen beträgt nach Wagner 0,5‴. Ob in diesen Drüsen die secundären Zellen zu einem pflaster- oder gar cylinderförmigen Epithelium sich entwickeln können, muß ich unentschieden lassen[3].

[1] Vgl. die Abbildung von Bischoff in Müller's Arch. 1838. Taf. XIV. Fig. 3 vom Menschen, Fig. 12 vom Hunde, Fig. 15 u. 16 vom Schweine.

[2] Gabelig und mehrfach getheilte, selbst quastförmige blinddarmförmige Drüsen finden sich bei Thieren. Vgl. J. Müller, Gland. secern. Tab. III, Fig. 9. R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XVII. fig. 7. Die Submaxillardrüse der Vögel (Weber in Meck. Arch. 1827. S. 286. Taf. IV. Fig. 19 — 21) scheint auch dahin zu gehören.

[3] Die Entdeckung der blinddarmförmigen Drüsen des Magens fällt in die neueste Zeit: Sprott Boyd beschrieb sie zuerst 1836 in seiner Inauguraldis-

Unter den Hautdrüsen reihen sich zunächst die Meibom'schen Drüsen der Augenlider und die Drüsen der Caruncula lacrymalis

sertation (*On the structure of the mucous membrane of the stomach*). Was man vor ihm, wenigstens bei Menschen und Säugethieren, Drüsen des Magens genannt hatte, waren entweder die unbeständigen linsenförmigen Drüsen, oder bloße Wülste und Vertiefungen der Schleimhaut. Sprott Boyd zeigte, daß in den seichten Vertiefungen oder Grübchen der Schleimhaut erst die Mündungen der blinddarmförmigen Drüsen, mehrerer in einem gemeinsamen Grübchen liegen. Den Durchmesser der Drüsen beim Schwein bestimmt er zu 0,04'''. Er nennt sie cylindrisch, faserförmig, ohne auf ihren feineren Bau und die Verschiedenheiten desselben einzugehen. Aus den glatten Drüsen der Kardia stammten die Cylinder, aus den traubigen des Magengrundes die rundlichen Zellen, welche ich irrig als Epitheliumzellen der Magenschleimhaut beschrieb (Symbolae. 1837. p. 10. 20); körnige und kernlose Bläschen von 0,006 – 0,007''' Durchmesser erhielt ich aus einem menschlichen Magen und dem 8 Tage macerirten Magen einer Katze. Im letzteren Falle glaubte ich sie aus den Bälgen hervorgedrückt zu haben, sie hingen in Form von Cylindern zusammen und zerstreuten sich durch Schütteln im Wasser; ich will noch nicht entscheiden, ob es Drüsenbläschen oder Zellen des Drüseninhaltes waren; im letzteren Falle wäre das Verschwinden des Kerns merkwürdig. Purkinje (Bericht d. Naturf. in Prag. 1838. S. 174. Fig. 1 – 8) hat den feineren Bau der Magendrüsen geschildert, aber seine Schilderung bezieht sich nur auf die Drüsen mit Cylinderepithelium. In jedem Drüschen war ein körniger Inhalt, dessen Körnchen an den Wänden concentrisch geordnet, gegen die Extremität der Drüse größer wurden, zuletzt nur eine aus homocentrisch geordneten Fäserchen bestehende Substanz. Gegen die Axe blieb ein freier Raum für den flüssigen Theil des Inhaltes. Jedes Körnchen war durchscheinend mit abgerundeten Ecken und hatte einen Kern im Innern. Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 513) unterschied einfach und traubig endende Drüschen, das Centrum scheint er aber nur an den letzteren untersucht zu haben und leugnet daher die Existenz von Cylindern und Epithelium. Im Magen des Schweines sollen seiner Angabe nach alle Drüsen traubig seyn (ob ausnahmsweise dergleichen auch in der Gegend der Kardia vorkommen?). Gegen Bischoff erklärt Krause (Müll. Arch. 1839. S. CXX), daß beim Menschen wenigstens das untere Ende der Drüsen nie traubig sey, das schwachhöckerige Ansehen rühre, da sie keine deutlich häutige Wand besitzen und nur Einsenkungen im Gewebe der Schleimhaut seyen, lediglich von den Körnchen her, welche eng zusammenliegend ihre Innenfläche bekleiden. Diese Körnchen, welche sich als zusammenhängende Stränge hervordrücken lassen, haben 0,004 — 0,007''' Durchmesser und Kerne von 0,002 — 0,003''', selten von 0,0011''' (Kernkörperchen). Pappenheim erklärt das höckerige Ansehen der Drüsen im Pylorustheil von Zusammenziehung der Scheide (?), das Epithelium fand er cylinderförmig, aber auch pflasterförmig, häufig fanden sich ovale Körper mit Centralkern (Verdauung. 1839. S. 18). Wasmann (De digestione. 1839.) lehrte, daß das Epithe-

ier an. Jede Meibom'sche Drüse ist nach E. H. Weber's Be-

:repithelium nur einem Theile der Magendrüsen, den glatten, zukomme; von
:n traubigen, namentlich beim Schweine, gab er eine andere Beschreibung.
s bestehe nämlich an den angeführten Stellen die Schleimhaut nicht aus
öhrchen, sondern aus soliden Säulchen von 0,03 – 0,05''' Durchmesser. Die
äulchen seyen zusammengesetzt aus Acini oder Zellen von 0,016 – 0,020'''
urchmesser, deren jede überall geschlossen sey und eine eigenthümliche Wand
sitze. In der Tiefe seyen die Säulchen durch Septa von Bindegewebe ge-
hieden, die gegen die freie Oberfläche hin schwinden: die oberflächliche Schicht
:r Schleimhaut sey dann ein gleichförmiges Aggregat der Acini oder Zellen.
ie Grübchen, welche man auf der Oberfläche der frischen Schleimhaut be-
erke, entsprächen in der Größe den Acini, welche sich vielleicht durch Platzen
tleert hätten. Der Inhalt der Acini ist im untersten Theile körnig, mit
rößeren Körperchen gemischt, höher hinauf liegen an den Wänden der Acini
einere Zellen, deren jede eines der ebengenannten Körperchen als Kern ent-
ält. Je näher der freien Oberfläche der Schleimhaut, um so größer und
hlreicher werden die Zellen in den Acini, und in ihren Zwischenräumen, be-
nders gegen das Centrum der Mutterzelle hin, erscheint, aber nur in gerin-
er Quantität, noch die körnige Materie mit den freien Kernen, welche die
cini in der Tiefe ganz allein ausfüllt. Die Wände des Acinus oder der Mut-
rzelle werden zugleich, je näher der freien Oberfläche, um so weiter und
ünner und daher rühre es, daß auf den ersten Anblick die obersten Schichten
er Schleimhaut nur aus unregelmäßig aneinander gefügten Zellen zu bestehen
heinen. In der abgeschabten Substanz von der frischen Schleimhaut fand
Wasmann körnige Materie, freie Kerne und die entwickelten endogenen Zel-
en, die letzteren oval oder rundlich, 0,006 – 0,008''' lang, 0,004 – 0,006'''
reit, durchsichtig, wenig körnig, ihre Kerne 0,002 – 0,003''' breit, platt.
Im Wasser werden die Zellen nach einiger Zeit körniger, faltig und scheinen
ch endlich aufzulösen; der Kern zerfällt in 2 – 3 Körperchen. Sie verhalten
ch also wie Schleimkörperchen. Die körnige Materie besteht aus Körnchen
nd kleinen Stäbchen (wahrscheinlich nur die auf dem Rande stehenden platten
Körnchen). Nach Wasmann sollen sie sich in reinem und säuerlichem Wasser
ösen, was ich bezweifle.

Wasmann's Acini sind unsere Drüsenbläschen. Zwischen seinen Anga-
en und dem, was ich beobachtete, findet sich nur die Differenz, daß Was-
ann die Drüsenbläschen bis zur Oberfläche gesondert bestehen und erst dort
inzeln sich öffnen läßt, während sie mir zu einer röhrigen Drüse zu verschmel-
en schienen. Wasmann machte seine Untersuchungen an Durchschnitten ge-
rockneter, vorher mit Gummilösung getränkter Magenschleimhaut. Ob er da-
urch zu einem Irrthum verleitet worden, oder ob an den frischen Drüsen, wie
ch sie vor mir hatte, die Grenzen der Bläschen minder kenntlich und deshalb
mir entgangen sind, werden fernere Beobachtungen entscheiden. Todd (*Lond.
med. gaz. 1839. Decbr. p. 429*) giebt in *fig. 4* die Abbildung des Quer-
urchschnittes einer Magenschleimhaut, welche für Wasmann's Darstellung
u sprechen scheint. Es sind in Haufen von 2 – 8 zusammenliegende, völlig

schreibung[1], welcher J. Müller beistimmt[2], ein Schlauch, dessen Wände rings herum und bis in die Nähe der Mündung zellig sind, so daß die Drüsen wie Trauben aussehen, mit dem Unterschiede, daß die Beeren unmittelbar unter einander verschmolzen sind und nicht durch Stielchen zusammenhängen; die Zellchen haben getrocknet 0,031—0,038‴ im kleineren, 0,069—0,076‴ im längsten Durchmesser, der längste Durchmesser liegt im Querdurchmesser der Drüse[3]. Dieser Form zufolge sind die Meibom'schen Drüsen den traubig blinddarmförmigen Magendrüsen verwandt; ihre Bläschen sind aber größer und die Tunica propria fester, an den meisten Stellen 0,005‴ dick, dem Rande concentrisch gestreift, aus ächtem Bindegewebe gebildet, welches sich von dem Bindegewebe des Tarsus [illegible] durch seinen Verlauf absetzt (von all diesem überzeugt man sich leicht an feinen Längs- und Querschnitten nicht zu scharf getrockneter Augenlider, die man dann auf dem Objectträger einige Stunden mit Wasser aufquellen läßt). Das Lumen der Bläschen ist [illegible]

von einander abgegrenzte, runde und eckige Flecke, mit einem centralen, [illegible] keln Punkte, die Todd für die Durchschnitte von Röhrchen hält; sie sind [illegible] offenbar nur Durchschnitte der Bläschen, und erst die Linie, welche einen [illegible] fen einschließt, entspricht der Wand der Röhrchen oder, nach Wasmann der Säulchen. Es ist indeß möglich, daß Todd's Querdurchschnitt an [illegible] tiefen Stelle gemacht ist, wo die Bläschen noch isolirt waren. Wagner (Icon. physiol. Tab. XVI. fig. 1, B) bildet die Magendrüsen des Menschen traubig ab, scheint aber diese Gestalt für eine Wirkung des Druckes zu halten (Physiol. S. 199).

1 Meck. Arch. 1827. S. 285.

2 Gland. secern. p. 51. Tab. V. fig. 2.

3 Irrig stellt Berres (Mikrosk. Anat. S. 144. Taf. XIII. Fig. 2. [illegible] Meibom'schen Drüsen so dar, als ob aus dem centralen Ausführungsgange feine Röhrchen entsprängen, die sich theilen und an welchen die Bläschen, [illegible] an Stielen, sitzen sollen. Die Bläschen sollen 0,06—0,096‴, die Stiele 0,[illegible] —0,009‴ messen. In Arnold's Abbildungen der Drüse (Icon. anat. Fasc. II. Tab. I. fig. 10. 11) hängen einzelne Bläschen an kurzen Stielen, die [illegible] einzeln in den centralen Ausführungsgang übergehen, die Gestalt, welche [illegible] Drüse auf dem Querdurchschnitte des Augenlides hat (ebendas. fig. 12), [illegible] aber vielmehr zur Bestätigung der Angabe von Weber und Müller; [illegible] Gerber endlich (Allg. Anat. S. 77. Taf. VII. Fig. 158) sind die Meibom'schen Drüsen des Kalbes abgebildet wie tief in Blinddärmchen getheilte Drüsenläppchen, die mittelst eines kurzen Ausführungsganges auf dem centralen Haupt-ausführungsgange aufsitzen.

von vieleckigen, etwas abgeplatteten Zellen. Diese enthalten größere und kleinere Bläschen, die ganz das Ansehen von Fetttröpfchen haben und durch ihre dunkeln Contouren viel stärker in die Augen fallen, als die blassen, sie einschließenden Zellen selbst. In der Mitte der letzteren zeichnet sich häufig ein größeres rundes Fetttröpfchen aus, welches die Stelle eines Kernes zu vertreten scheinen könnte. Indeß sieht man in den minder angefüllten Zellen einen lichten blassen Cytoblasten mit Kernkörperchen.

Eine andere Art blinddarmförmiger Drüsen erhält ein complicirtes Ansehen und kann auf den ersten Blick den traubigen gleichen dadurch, daß der untere Theil des Röhrchens sich zu einem Knäuel zusammmenwickelt. Es gehören dahin die Schweißdrüsen der Haut und die Ohrenschmalzdrüsen. Die Knäuel der ersteren liegen tief in der Cutis und selbst im Panniculus adiposus, ihr Ausführungsgang, d. h. die nicht aufgerollte Fortsetzung des Röhrchens verläuft in Spiralwindungen bis zur Oberfläche der Epidermis. Breschet und Roussel de Vauzème[1] stellen Schweißdrüschen des Menschen dar, deren Ausführungsgänge mit einander durch Queräste anastomosiren. Wenn dies wirklich vorkommt, so könnte man darin einen Uebergang zu den netzförmigen Drüsen sehen. Burckhardt[2] beobachtete dergleichen Anastomosen zwischen den blinddarmförmigen Drüschen, welche sich nebeneinander auf der inneren Fläche des Uterus der Wiederkäuer öffnen, und E. H. Weber[3] macht schon auf die Analogie aufmerksam, welche sich dadurch zwischen diesen Schleimdrüsen und den Canälchen der Nieren und Hoden ergeben würde. Der Theil der Schweißdrüse, welcher den Knäuel bildet, und der im Fettgewebe gelegene Theil des Ausführungsganges bestehen aus einer structurlosen Haut; der in der Cutis und in der Dicke der Epidermis verlaufende Ausführungsgang nimmt sich wie ein Canal ohne selbstständige Wände aus. Die Drüse enthält eine feinkörnige Substanz und Schleimkörperchen, der sogenannte Ausführungsgang ist mit einem regelmäßigen Pflasterepithelium ausgekleidet (s. oben S. 237)[4]. An den Ohrenschmalzdrüsen, welche im

1 *Ann. des sc. nat. 2e sér. II. Pl. X. fig. 33.*

2 Observationes de uteri vaccini fabrica. Basil. 1834. fig. 1.

3 Mühlhausen, De asthmate thymico infantum. Lips. 1837.

4 A. Wendt beschrieb nach Purkinje's Entdeckung den spiralförmigen Ausführungsgang (De epid. humana. 1833. Müll. Arch. 1834. S. 284.

Wesentlichen den Schweißdrüsen ganz ähnlich gebildet sind, sah ich die Wand des knäuelförmig zusammengewickelten Schlauches längsgestreift und nach Behandlung mit Essigsäure mit einer mehrfachen Schicht von Kernen bedeckt, welche alle in der Richtung der Länge des Canals in geschlängelten Körperchen verlängert waren. Die streifige Wand hatte 0,0025‴ Dicke an einem Schlauche von 0,045‴ Durchmesser. Der Ausführungsgang, gerade und kurz, hatte 0,025‴ Durchmesser; seine Wand hatte eine Dicke von 0,005‴ und bestand aus längslaufenden Bindegewebefasern [1]. Die im Innern enthaltenen Zellen sind aber von den endogenen Zellen der Schweißdrüsen sehr verschieden und ähnlicher denjenigen der Meibom'schen Drüsen. Sie sind rundlich und länglich, von 0,0052-0,0064‴ Durchmesser, mit einem Kern von 0,0025‴, und angefüllt mit kleinen, dunkeln, meist eckigen Körnchen, wovon die größten 0,0018‴ Durchmesser haben. Diese Körnchen glänzen bei auffallendem Lichte, bei durchfallendem ertheilen sie den Zellen eine gelbe Farbe; sie liegen fest im Innern der Zelle, aber nahe an den Wänden und ragen zuweilen am Rande vor. So lange die endogenen Zellen sich im Innern des Drüsenschlauches befinden, sieht man nur diese Körnchen und man muß das Contentum herauspressen, um sich zu überzeugen, daß sie nirgends freiliegen, sondern in den Zellen enthalten sind. Im abgesonderten Ohrenschmalz kommen sie in unendlicher Masse frei vor.

Taf. IV. Fig. 3); Breschet und Roussel de Vauzème (a. a. O. p. 18. Pl. X. *fig. 15. 22. 32)* entdeckten die eigentliche Drüse als einen *sac légèrement renflé*, die Abbildung *fig. 22* stellt aber die Windungen naturgetreu dar. Gurlt (Müll. Arch. 1835. S. 415. Taf. IX. Fig. 1. 5) beobachtete die Zusammensetzung der Drüse aus einem vielfach gewundenen Schlauche, wobei sie mit der Textur der Hoden Aehnlichkeit habe. Vgl. Berres, Oesterr. Jahrb. XXXI, 416, Fig. 5 g. Eine schöne Abbildung der Drüse mit den Blutgefäßen liefert R. Wagner, Icon. physiol. Tab. XVI. fig. 9. Die Dicke der Drüschen beim Menschen giebt er zu 0,16—0,25‴, den Durchmesser des Schlauches zu 0,04‴, des Ausführungsganges zu 0,06‴ an (Physiol. S. 250). Wagner sah den Ausführungsgang zuweilen zweischenkelig, so auch Giraldès *(Comptes rendus XIII. 1841. No. 7)*.

[1] In der Abbildung, welche Arnold (Icon. anat. Fasc. II. Tab. V. fig. 18) von den Ohrenschmalzdrüsen giebt, sind nur schwache, kugelige Erhabenheiten sichtbar. Mit R. Wagner's Darstellung (Icon. physiol. Tab. XVI. fig. 11, A. B) stimmen meine Beobachtungen ganz überein und auch Krause (Müll. Arch. 1839. S. CXVII) bestätigt dieselben. Nach Krause beträgt der Durchmesser des Schlauches 0,055‴.

Die sogenannten Talgdrüsen an Gegenden der Haut, wo keine
aare sitzen, z. B. an der Eichel und den Nymphen, sind noch
icht so genau untersucht, um zu entscheiden, ob sie den Bau der
aarbalgdrüsen oder der Schweißdrüsen oder der sogleich zu be-
hreibenden Schleimdrüschen haben [1]. Einfache Bälge, wie man
nge annahm, sind es wohl in keinem Fall. Was man für ein-
che Folliculi sebacei hielt, sind die normalen oder durch Anhäu-
ıng fetthaltiger Zellen ausgedehnten Haarbälge, deren Haare über-
hen wurden oder ausgefallen waren.

Ehe ich zur Aufzählung und näheren Beschreibung der trauben-
ırmigen Drüsen übergehe, muß ich noch nachträglich bemerken,
ıß vielleicht schon einige der oben beschriebenen geschlossenen Drü-
nbläschen nicht einfach, sondern durch Verschmelzung mehrerer
läschen entstanden seyn mögen. Krause [2] sagt von den Bälgen
r solitären und Peyer'schen Drüsen, daß man an der inneren
läche ihrer Höhle wenig vertiefte, durch sehr niedrige Vorsprünge
bgesonderte Fächer finde, und über die Glandulae lenticulares des
Magens finde ich bei Bischoff [3] die Bemerkung, daß die meisten
us mehreren Säckchen zusammengesetzt und von Scheidewänden
urchzogen seyen.

Zu den traubigen Drüsen gehören die kleinen Schleimdrüschen
r Lippen und Wangen, des Gaumens, der Zunge und Speise-
öhre, des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien, die Brunn'-
hen Drüsen des Dünndarmes, die Schleimdrüschen der Scheide,
e Tonsillen, ferner die Thränendrüse, die Speicheldrüsen, das
ankreas, die Milchdrüse, die Cowper'sche Drüse beider Geschlech-
r und die Prostata. In der Anordnung der letzten Elemente sind
alle einander durchaus ähnlich und unterscheiden sich nur in
inder wesentlichen Punkten, in Bezug auf die Masse, Größe, auf
e Verzweigung des Ausführungsganges u. dgl., welche später an-
geben werden sollen. Die Drüsenbläschen bilden, in der früher
ıgegebenen Weise verschmolzen, cylindrische, konische oder umge-

1 Die Abbildung von A. Wendt (Müll. Arch. 1834. Taf. IV. Fig. 6)
heint die Drüsen der Nymphen darzustellen, wie sie seyn sollten. Die Drüsen
r Vorhaut stellt Gurlt (ebendas. 1835. S. 410) mit den Haarbalgdrüsen
sammen.

2 Müll. Arch. 1837. S. 8.

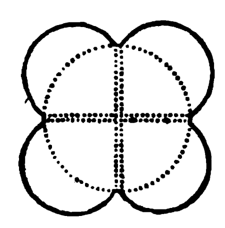
3 Müll. Arch. 1838. S. 511.

kehrt konische, mit seitlichen, traubigen Auswüchsen besetzte, bot[...] Läppchen (Taf. V. Fig. 14), und je nachdem ein größerer oder kleinerer Theil der Bläschen sich selbstständig erhalten hat, sieht man den Rand eines Läppchens nur seicht wellenförmig eingebogen, wie in B B und noch mehr in C, oder tief eingeschnitten. Seichtere und tiefere Einbiegungen kommen nebeneinander ohne Unterschied in allen Drüsen vor; das Bläschen, welches den Gipfel eines kegelförmigen Läppchens bildet (A), ist aber gewöhnlich am stärksten von den nächstfolgenden abgesetzt, ja mitunter in der Richtung der Längenaxe des Läppchens verlängert, auch bemerkt man hier und da Bläschen von der 2- bis 3fachen Länge der übrigen, gerade oder gebogen, welche kurzen Blinddärmchen ähnlich sehen und durch ein oder zwei Einschnürungen ihren Ursprung aus longitudinal aneinandergereihten Bläschen verrathen; niemals aber steht ein Bläschen durch einen dünneren Stiel mit den übrigen in Verbindung. An Drüsen mit scharfem, geraden Rande, wie das Pankreas des Kaninchens (Taf. V. Fig. 13), kann man ohne weitere Präparation die Gipfelbläschen (c c) der Läppchen nebeneinander liegen sehen, wenn man den Rand unter das Mikroskop bringt und allenfalls mit etwas schwacher Essigsäure durchsichtig macht. Die Enden der Läppchen sind hier quer abgestumpft, die Bläschen daher mitunter eckig, [...] von einander getrennt, etwas verlängert, so daß man glauben könnte die Enden von Blinddärmchen vor sich zu haben. Der Querdurchmesser der Drüsenbläschen, den man an den halbkugeligen Auswüchsen messen muß, ist in derselben Drüse ziemlich constant. Er beträgt an den Schleimdrüschen der Lippe 0,015—0,022''', am Pankreas 0,020—0,025''', an einem Drüschen der Bronchialschleimhaut 0,045—0,054'''. Die feinsten Zellchen der menschlichen Prostata messen nach E. H. Weber 0,06—0,08'''. Die primären Läppchen haben meistens ungefähr 0,6''' Länge und an der breitesten Stelle 0,2''' Breite, doch kommen auch viel kleinere und größere vor[1].

1 E. H. Weber (Meck. Arch. 1827. S. 276. Mühlhausen, De asthm. thym.), J. Müller (Gland. secern. p. 112. Physiol. I, 456), Krause (Anat. an den betreffenden Stellen) und R. Wagner (Phys. S. [...]) haben Messungen der Drüsenbläschen mitgetheilt, wie sie sich nach Injection mit Quecksilber oder Wachs an der Oberfläche der Drüsen darstellten. Ich gebe hier eine Auswahl derselben:

Aus der Parotis des Menschen (Müller) . . 0,009'''

Die centrale Höhle eines Drüsenläppchens, an welcher die Höhlen jedes einzelnen Bläschens gleichsam Ausbeugungen sind, tritt an die Stelle derjenigen Theile der ursprünglichen Bläschen, welche wir uns bei der gegenseitigen Verschmelzung resorbirt denken. Dies wird aus der nebenstehenden Figur anschaulich werden, wo die Wände der 4 Zellen, so weit sie einander berührten und resorbirt worden sind, sowie die imaginäre centrale Höhle durch punktirte Linien angegeben sind.



Zuweilen ist aber die centrale Höhle weiter, als sie dieser Rechnung nach seyn dürfte, oder es stehen mehr Bläschen um dieselbe im Kreise, als anfänglich einander berühren konnten. Es fragt sich, ob die Höhle durch Ausdehnung weiter geworden ist, ob ursprünglich Drüsenbläschen im Innern lagen, die ganz aufgelöst wurden, oder ob sich später neue an den Wänden angefügt haben. Einigemal sah ich die centrale Höhle beiderseits durch dunkle, längslaufende, unregelmäßig gebogene Linien scheinbar begrenzt. Diese Linien können nur der in die Höhle vorspringenden Wand zwischen je 2 Bläschen entsprechen und es müssen also zuweilen die Bläschen in regelmäßigen Längsreihen geordnet seyn.

An den größeren Drüsenbläschen ist die Tunica propria zuweilen, wiewohl selten, mit einer Lage verlängerter Zellenkerne besetzt; eine Umwandlung der Tunica propria in Bindegewebe habe ich nicht gesehen. Es dürfte dies vielleicht an den Zellen der Prostata vorkommen, welche zu isoliren mir noch nicht gelang [1].

Aus der Parotis des Hundes (Ders.) . . .	0,021'''
„ „ „ eines Neugebornen (Weber)	0,010'''
„ „ „ eines Kindes (R. Wagner)	0,016 — 0,032'''
„ einer menschl. Speicheldrüse (Krause) .	0,014 — 0,029'''
„ der menschl. Milchdrüse (Weber) . . .	0,034'''
„ „ „ „ (Wagner) . .	0,050 — 0,066'''
„ „ „ „ (Krause) . .	0,032 — 0,071'''
„ „ Cowper'schen Drüse (Krause) . .	0,02 — 0,04'''
„ „ Bronchialdr. des Menschen (Weber)	0,045 — 0,071'''
„ „ Harder'schen Dr. des Hasen (Müller)	0,092'''

1 Der Erste, welcher die Wand der Bläschen zusammengesetzter Drüsen in Beziehung auf die Structur einer Untersuchung unterwarf, ist Berres. Er beschreibt sie an mehreren Stellen (Mikrosk. Anat. 1836. S. 138. 154. 160) als Hornplättchen, die mit Moleculen besetzt seyen. Ich schilderte (Müll. Arch.

Was den Inhalt der Bläschen betrifft, so kommen hier dieselben mikroskopischen Elemente vor, wie in den blinddarmförmigen Drüsen, Elementarkörnchen, Cytoblasten und Schleimkörperchen sind am gewöhnlichsten; bald füllen sie regellos das ganze Bläschen aus, bald liegen die Zellen, zu einem zarten Epithelium geordnet, an der inneren Fläche der Wandung und können zusammenhängend in Gestalt hohler Bläschen herausbefördert werden. Zellen mit Fetttröpfchen, den endogenen Zellen der Meibom'schen Drüsen ähnlich, fand ich in der Harder'schen Drüse des Kaninchens. Die Bläschen der Milchdrüse haben außer der Lactation ein Epithelium von kleinen platten Zellen 0,0035‴ im Durchmesser, deren Kern einen Durchmesser von 0,0022‴ hat. Bei einer Neuentbundenen fand ich statt des Epitheliums nichts als lose Fettkügelchen, nur hier und da drückten sich Zellenkerne mit heraus. H. Nasse[1] beobachtete aber in einem ähnlichen Falle kleine Plättchen von der Größe der Epidermisplättchen, an denen einzelne Fettkügelchen auffaßen.

Die kleinsten Schleimdrüschen in der Mundhöhle und den Bronchien, von Hirsenkorngröße, sind schon aus mehreren primären Läppchen zusammengesetzt, selbst die Brunn'schen Drüsen des Dünndarmes, welche zum Theil noch kleiner sind, bestehen nach Böhm[2] aus gesonderten Läppchen, deren Ausführungsgänge in einen gemeinsamen Ausführungsgang zusammenkommen. Das einzige Beispiel einfacher, unmittelbar auf die Haut sich öffnender, traubiger Drüsen bieten diejenigen Drüschen der Zunge, welche E. H. Weber einfache nennt. Nach seiner Beschreibung[3] sind es Säckchen, deren punktförmige Mündungen auf dem Zungenrücken mit bloßem Auge sichtbar sind, durch häutige, in ihrer Höhle befindliche Vorsprünge in 5, 6 und mehr Zellen getheilt. Es muß indeß bezweifelt wer-

1838. S. 105) die Wand, abgesehen von den Zellen, als homogen, sprach aber die Vermuthung aus, daß sie aus fest verbundenen Bindegewebefäden bestehe. Mit Recht wandte Pappenheim (Verdauung. 1839. S. 115) dagegen ein, daß die Membran durch Maceration nicht in Fasern zerfällt. Schwann (Mikrosk. Unters. S. 197) gab ebenfalls von der Tunica propria der Nieren an, daß sie ein Elementargebilde und nicht aus Bindegewebe zusammengesetzt zu seyn scheine.

1 Müll. Arch. 1840. S. 264.

2 Gland. intest. p. 38.

3 Meck. Arch. 1827. S. 280.

den, ob diese großen Zellen mit den mikroskopischen Drüsenbläschen identisch seyen.

Die Art, wie in den zusammengesetzten traubigen Drüschen die primären Läppchen mit dem Ausführungsgange in Verbindung stehen, ist nicht leicht auszumachen. Quecksilberinjectionen der Drüsen, die am leichtesten gelingen, gestatten keine Präparation. Mehr leisten Injectionen mit erstarrenden Massen, wonach man die Läppchen auseinanderziehen und in verschiedenen Richtungen durchschneiden kann. E. H. Weber hat an derartigen Präparaten Aufschlüsse über den feineren Bau der traubigen Drüsen erhalten, die ich in allen Punkten nur bestätigen kann. Mit einiger Geduld wird man auch an frischen, von ihrem natürlichen Secret erfüllten Drüsen die feineren Aeste des Ausführungsganges so weit ins Innere zu verfolgen und die Läppchen so auseinanderzuziehen im Stande seyn, daß man die Stücke bei starker Vergrößerung und durchfallendem Lichte betrachten und sich zugleich von der Textur der Wände unterrichten kann. Ein mäßiger Druck ist vortheilhaft, um das Object durchsichtiger zu machen, doch darf er nicht so stark seyn, daß die Bläschen platzen und ihren Inhalt entleeren, weil dieser sich dann in Fäden und Stränge zieht und leicht Täuschungen veranlaßt.

Nach Art der Gefäße verzweigt sich der Hauptausführungsgang einer Drüse in immer feinere Aeste; die feinsten Aeste, welche sich zwar auch noch, aber ohne Verminderung des Kalibers verzweigen, haben einen Durchmesser von etwa 0,080''' oder wenig mehr, sie sind immer noch, gleich dem Hauptausführungsgange, mit dicken, muskulösen Wänden versehen und dadurch leicht herauszufinden. Die Dicke der Wand an einem Aste von 0,085''' betrug 0,028'''. Diese Aeste sieht man zuweilen geradezu in ein Drüsenläppchen enden, sodaß die centrale Höhlung der Drüsenläppchen die unmittelbare Fortsetzung des Lumens des Ausführungsganges ist und die Muskelhaut des letzteren, indem sie rasch dünner wird, in die Tunica propria des Drüsenläppchens übergeht. Häufiger sitzen 2, 3 und mehr Drüsenläppchen von verschiedener Größe auf dem Gipfel der letzten Verzweigung des Ausführungsganges. Aber auch seitlich sitzen die Läppchen hier und da an den feinen Aesten der Ausführungsgänge, oft mehrere an derselben Stelle, und ich glaube bestimmt gesehen zu haben, wie ein Zweig des Ausführungsganges aus einem Busche von Läppchen, in welchen er eingehüllt war und

zu enden schien, wieder hervorkam, um sich weiter zu theilen. Sei-
lich aufsitzende Läppchen finden sich übrigens auch an stärkeren Aesten
des Ausführungsganges, am häufigsten münden sie an den Stellen,
wo sich ein Stämmchen in 2 Aeste theilt, unmittelbar in den The-
lungswinkel. Die primären Läppchen der zusammengesetzten trau-
bigen Drüsen communiciren nicht direct miteinander und die Zweige
des Ausführungsganges haben untereinander keine andere Verbin-
dung, als durch ihren Ursprung aus dem gemeinsamen Stamme[1].

1 Ich habe den Namen Acinus vermieden, weil er in verschiedenem Sinne
gebraucht worden ist. Malpighi's Acini, die er für die blinden Enden der
Ausführungsgänge erklärt, sind die noch mit bloßem Auge sichtbaren, vielleicht
nicht einmal primäre Läppchen. E. H. Weber (Meck. Arch. 1827. S. [illegible]
nennt Acini die blinden Enden der Ausführungsgänge, die durch zellen[illegible]
Vorsprünge abgetheilt werden, also unsere primären Läppchen oder die [illegible]
derselben. Die meisten Neueren beziehen den Namen auf die Drüsenbläschen.
Außerdem sind die soliden Läppchen der Leber und selbst die Zellen, aus [illegible]
chen sie bestehen, Acini genannt worden.

Nach langem Streite, ob die Ausführungsgänge im Innern der Drü[se]
blind endeten oder in die Blutgefäße übergingen, wurden die blasenförmig [ge-]
schlossenen Enden unter den traubigen oder, wie man sie gewöhnlich nannte,
conglomerirten Drüsen zuerst an der Milchdrüse nachgewiesen, von Duver-
noy (Comment. Petropol. XIV. 1751. p. 200) an den mit Milch erfüllten
Drüsen des Igels, von Mascagni (Vasor. lymphat. hist. 1787. Uebers.
S. 13. 22) an mit Quecksilber eingespritzten menschlichen Brustdrüsen. Was
aber diese Beobachter mit bloßem Auge in Form kleiner Bläschen an der Ober-
fläche der Drüse wahrnahmen, waren nicht Elementarbläschen, sondern Läpp-
chen. Dasselbe gilt höchst wahrscheinlich von den flaschenförmigen Bläschen
Cruikshank's (Neuere Beitr. 1794. S. 20), welche traubenförmig zusam-
menhängend das Parenchym der Milchdrüse constituiren, und von den länglichen
strahlenförmig angeordneten Bläschen Meckel's (Anat. IV. 1820. S. 5[illegible]
Ob Mascagni *(Prodr. 1819. p. 25)* die Elementarbläschen beschrieben habe,
ist bei dem Mangel der Größenbestimmung nicht auszumachen. Jedes Läpp-
chen der Brustdrüse, sagt er, zerfalle in Acini und die Acini zuletzt in [illegible]
Zellen, deren jede mit einem Canal versehen sey. Die erste mit Sicherheit [zu]
deutende Darstellung der Elementarbläschen gab E. H. Weber (Meck. Arch.
1827. S. 276. 288) aus der menschlichen Parotis und aus dem Pankreas einer
Gans. Schon in dieser Arbeit spricht er sich, aber noch schwankend, über den
Zusammenhang der Bläschen aus. Jeder Ast ende in ein Träubchen von Zel-
len, die sehr dicht aneinander sitzen, sodaß man nur an manchen Zellen einen
Ausführungsgang sehe, der mit den Ausführungsgängen der zu derselben Traube
gehörenden Zellen zu einem großen Ausführungsgange zusammentrete; auch [an]
den wenigen Zellen, wo man einen solchen Gang sieht, sey er sehr kurz und
nicht viel enger, als das blinde Zellchen, in das er ende. An vielen Stellen

Die äußeren Verschiedenheiten der traubigen Drüsen beruhen auf der Verästelung des Ausführungsganges und auf der Anord-

scheine es, als hingen die Zellchen unmittelbar untereinander zusammen, d. h. als wären die Träubchen nur durch zellige Vorsprünge, die in ihre Höhle hineinragten, in Zellen getheilt. J. Müller kam es nach einer so geringen Zahl von Vorarbeiten bei seiner ausgedehnten Untersuchung über die Drüsen (Gland. secern. 1830) vor allen Dingen darauf an, festzustellen, daß die Drüsen überall nur blinde Einstülpungen der Haut sind und daß überall die Capillargefäße sich auf den Wänden derselben verbreiten. Wie Weber betrachtet er als den eigentlichen Zweck der Drüsen, eine große absondernde Fläche in einem kleinen Raume möglich zu machen, und gab eine Uebersicht der großen Mannichfaltigkeit von Formen der Verästelung, durch welche die Natur diesen Zweck erreicht. Die Endbläschen beschreibt er aus vielen traubigen Drüsen von Wirbelthieren und Wirbellosen, welche vor ihm nicht untersucht worden waren, und wo sie nicht durch Injection darstellbar waren, machte er ihre Existenz durch die Entwickelungsgeschichte wahrscheinlich. Er betrachtet sie als angeschwollene Enden der ausführenden Canälchen, auf ihr Verhältniß zu den Ausführungsgängen geht er aber meistens nicht näher ein: in der Thränendrüse der Vögel sah er sie ohne Stiel auf dem Ausführungsgange aufsitzen (p. 52); die gestielten Bläschen aus der Milchdrüse des Igels (p. 48), welche bei 4maliger Vergrößerung gesehen wurden und bis 0,11''' maßen, sind wahrscheinlich primäre Läppchen. Die 4te Ordnung von Müller's natürlichem System (p. 115) enthält traubige Drüsen, an welchen die zellige Natur der Drüsenläppchen erkannt wurde (glandulae ex cellularum contextu spongioso compositae, extus in lobulos partitae, ductibus excretoriis ramosis). Die übrigen sind in die 6te, 7te und 8te Ordnung vertheilt, in der 6ten stehen Drüsen, deren Gänge vom Anfange an mit Träubchen besetzt sind, in der 7ten und 8ten solche, wo nur die letzten Enden der Gänge blasenförmig aufgetrieben sind, und es beruht der Unterschied zwischen den Drüsen der beiden letzten Ordnungen nur in der Art, wie der Ausführungsgang sich verzweigt.

Berres (Mikrosk. Anat. 1836. S. 138. 168. Taf. IV. Fig. 23. 24. Taf. IX. Fig. 2) stellte die entschiedene Behauptung auf, daß in den Speicheldrüsen, Thränendrüsen, in der Brustdrüse, Prostata und im Pankreas die Drüsenbeeren auf den feinsten Aestchen, jede einzeln wie auf einem Stiel aufsitzen; er mißt sogar den Ausführungsgang eines Kerns von 0,024''' und bestimmt ihn auf 0,0024'''. Mit Recht erklärte sich E. H. Weber dagegen (Mühlhausen, Asthm. thym. 1837). An den Schleimdrüsen der Trachea und Bronchien und an der Milchdrüse überzeugte er sich, daß die Wände der Enden der Ausführungsgänge aus Zellen bestehen, die mit weiten Oeffnungen in die gemeinsame Höhle münden. Die Wände der feinsten Ausführungsgänge fand er aber ebenfalls mit Zellen von derselben Form besetzt und gesteht, daß die feinen Aeste von den Enden der Ausführungsgänge oft nicht unterschieden werden können. Weber scheint an den längeren Läppchen das spitze Ende von dem unteren cylindrischen Theile zu trennen und den letzten als Fortsetzung

nung des Gewebes, welches die Läppchen verbindet (Stroma). Je feiner der Hauptausführungsgang einer Drüse, um so weniger Theilungen erfolgen, bevor er sich ins Parenchym der Drüse verliert. An den kleinsten Schleimdrüschen konnte daher der Ausführungsgang von 0,12''', wenn man die Läppchen nicht auseinander zog, unverästelt erscheinen, an den größeren Drüsen lassen sich seine Verzweigungen weit verfolgen. In den kleinen Schleimdrüschen, die meist eine platte Form haben, strahlen die Aeste des Ausführungsganges doldenförmig von einem Punkte nach allen Seiten aus; das Pankreas ist dadurch ausgezeichnet, daß der Ausführungsgang fast gerade durch die Axe der Drüse bis zur Spitze verläuft. Die Thränen-, Milchdrüse und Prostata haben mehrere Ausführungsgänge. Hier fehlt gewissermaßen der Stamm des Ausführungsganges und sie beginnen sogleich mit den Aesten oder es sind die Läppchen mehrerer, anfangs getrennter Drüsen in eine Masse zusammengefügt.

des Ausführungsganges zu betrachten. Darin besteht die einzige Differenz zwischen seiner Ansicht und der meinigen.

Von Abbildungen in Bezug auf die Form der feineren Ausführungsgänge, der Läppchen und Bläschen sind außer den beiläufig angeführten noch zu nennen: Müller a. a. O. Tab. II. fig. 10. Tab. IV. fig. 3—6 (Milchdrüse). Tab. V. fig. 6. 7 (Harder'sche Drüse). Tab. VI. fig 7 (Thränendr.). fig. 13 (Speicheldr.). Tab. XVII. fig. 4 (Pankreas). Berres a. a O. Taf. XVI. Fig. 2 (eine ausgezeichnet schöne Abbildung der injicirten Milchdrüse, in welcher die den Gängen seitlich aufsitzenden Läppchen im Widerspruch mit der Beschreibung ungestielt dargestellt sind). Gurlt, Physiol. Taf. III. Fig 11, 12 (Schleimdr. des Gaumens). Bischoff, Müll. Arch. 1838. Taf. XIV. Fig. 6. 7 (Schleimdr. des Oesophagus und Zwölffingerdarms). R. Wagner, Icon. phys. Tab. XVI. fig. 5 (Schleimdr. des Magens). Tiedemann, Von den Duverney'schen, Bartholin'schen oder Cowper'schen Drüsen des Weibes. Heidelb. 1840. Taf. I. Fig. 3.

In Betreff der Structur der Drüsenwand finde ich die einzige, bereits angeführte Bemerkung bei Berres (a. a. O.), daß die Trauben aus einem Hornblättchen und aus Moleculen bestehen. Unter dem ersteren ist ohne Zweifel die structurlose Haut verstanden. In Taf. IX. Fig. 4 sind die Bläschen aus der Parotis abgebildet. Purkinje (Naturf. in Prag. 1838. S. 174) beobachtete die Gegenwart von Körnern, welche den Körnern des Secrets glichen, in den letzten Schläuchen der Speicheldrüsen, des Pankreas, der Schleimdrüsen. Er nennt sie Enchymkörner. Zugleich beschrieb ich (Müll. Arch. 1838. S. 104) dieselben, da ich sie aus Kern und Schale zusammengesetzt und häufig zu membranösen Stücken verbunden sah, als Epithelium der Drüsenbläschen. Die oben mitgetheilten Beobachtungen lehren, daß sie beides seyn können, Contentum oder Secret und Epithelium.

n der Mitte zwischen den vereinigten und diesen verschmolzenen
)rüsen stehen die Gehäuften, wie die Tonsillen, wo einzelne, dicht-
edrängte Schleimdrüschen auf einer flach vertieften, von niederen
alten durchzogenen, wallartig eingefaßten Stelle der Schleimhaut
ıünden[1]. Das Gewebe, welches in den traubigen Drüsen die
ücken zwischen den Läppchen ausfüllt, ist Bindegewebe. Eine feine
age umhüllt eine gewisse Zahl primärer Läppchen und verbindet
ie zu secundären, eine Anzahl secundärer Läppchen bildet die ter-
iären. Die Bindegewebesepta zwischen den tertiären Läppchen sind
chon ansehnlich, die Läppchen sind unregelmäßig, rundlich oder
tumpfkantig, in der Regel leicht zu trennen, ihre Grenzen ohne
Präparation an der Oberfläche sichtbar. Die kleinsten Schleim-
)rüschen entsprechen einem tertiären Läppchen der großen conglome-
irten Drüsen. Die ganze Drüse umgiebt ein continuirlicher, mehr
)der minder dichter Ueberzug von Bindegewebe. An der Prostata
wird er zu einer starken fibrösen Haut, so daß auch keine weiteren
Unterabtheilungen in der Drüse sichtbar gemacht werden können.
Keine traubige Drüse besitzt einen serösen Ueberzug.

Zu den netzförmigen Drüsen gehören Nieren und Hoden. Die absondernden Canäle sind gerade oder geschlängelte Röhren, welche durch mehr oder minder häufige Anastomosen untereinander in Verbindung stehen. Sie sind größtentheils vollkommen glatt und cylindrisch, nur an den Harncanälchen kommen Einschnürungen vor, die ungefähr so viel, als der Durchmesser der Röhren beträgt, voneinander entfernt sind, jedoch sind sie so selten und so schwach, daß ich sie nicht als einen Beweis für die Entstehung der Canälchen aus aneinandergereihten Zellen anführen möchte. Es ist leicht, die Röhrchen zur Untersuchung der Structur und des Inhaltes zu isoliren. Die Samencanälchen, welche schon dem unbewaffneten Auge als dünne, weißgelbliche, feingeschlängelte Fasern erscheinen, zieht man mit Nadeln auseinander, Stücke der Harncanälchen gewinnt man durch Abschaben von dem Durchschnitte einer Niere oder durch Zerreißen kleiner Stückchen. Die Marksubstanz reißt gern der Länge nach, man kann sie wie Muskelbündelchen in feine und feinere Fasern zerspalten, wovon die letzten, mit bloßem Auge sichtbaren, noch Bündel von Harncanälchen sind. An der Rindensubstanz ist ein

1 Nach E. H. Weber (Meck. Arch. 1827. S. 292) sollen die verschiedenen Ausführungsgänge der Tonsillen untereinander anastomosiren.

Zerlegen in bestimmten Richtungen nicht möglich, jedoch ist man sicher, jedesmal, wenn man Theile derselben fein zerzupft und auseinanderzieht, einzelne Harncanälchen an den Rändern hervorragen oder zwischen zwei auseinandergezerrten Stückchen ausgespannt zu sehen. Die Canälchen der Marksubstanz (Taf. V. Fig. 18) sind ganz gerade und einander parallel, die der Rindensubstanz sind mannichfaltig gewunden und geschlängelt[1], doch liegen sie ebenfalls oft in Bündeln von 6 und mehr zusammen. Zwischen den Harncanälchen sieht man, besonders in der Marksubstanz zahlreiche Capillargefäßchen (Fig. 18. C), welche man an dem geringen Durchmesser und an den längsovalen, an den Wänden vorragenden Zellenkernen auch dann noch leicht erkennt, wenn sie nicht mehr mit Blut gefüllt sind.

Harn- und Samencanälchen haben eine vollkommen wasserhelle, structurlose Membrana propria, welche nach Austreibung des Inhaltes zusammenfällt und Falten wirft, die man nicht für Fasern halten darf. An den Nierencanälchen erscheint ihr Rand als eine einfache dunkle Linie (Fig. 18. A. B), an den Samencanälchen ist der Contour derselben jederseits doppelt und die an der Distanz der beiden parallelen Linien meßbare Dicke der Wand beträgt 0,001‴. Seltene, dunkle, längsovale Zellenkerne liegen zuweilen in der Dicke der Wand der Samencanälchen; oft folgen einige derselben dicht hintereinander, dann sind wieder lange Strecken frei; noch seltner kommen solche Kerne außen auf den Harncanälchen vor.

Der Durchmesser der Harncanälchen beträgt beim Menschen 0,009—0,016‴[2], bei der Katze zwischen 0,0054 und 0,0095‴, beim Schafe messen die feinsten 0,0096‴, die stärksten 0,0148‴[3]. Beim Menschen und diesen Thieren kann ich nicht finden, daß sie in der Marksubstanz weiter wären als in der Rinde, wie gewöhnlich behauptet wird, noch auch daß sie in der Marksubstanz con-

1 Huschke, Isis 1826. Taf. VIII. Fig. 1.

2 0,016‴, Ferrein *(Acad. de Paris. 1749. p. 493).* 0,0195—0,022‴ in der Rinde, 0,013 in der Nierenwarze nahe der Papille, E. H. Weber 0,009—0,012‴, Berres. 0,017—0,055 (!) in der Rinde, 0,014—0,027‴ in der Marksubstanz, 0,05‴ in der Basis der Papille, Krause. 0,016—0,030. R. Wagner. 0,016—0,033‴, Vogel.

3 Nach Müller messen beim Eichhörnchen die Nierencanälchen 0,017‴, beim Pferd in der Rinde 0,016—0,021‴, in der Mitte der Marksubstanz 0,059, in der Nähe der Nierenpapillen 0,156‴.

nt enger würden, wie E. H. Weber und Krause beobachteten; den Papillen, sowie nahe der äußeren Oberfläche sah ich Röhrn vom feinsten und stärksten Kaliber nebeneinander. Beim Pferde gegen ist nach den Messungen von Müller die Erweiterung der öhrchen gegen die Papille hin unzweifelhaft. Die Samencanälchen ben beim Menschen 0,05—0,06‴, beim Kaninchen außer der runst 0,054‴ im mittleren Durchmesser[1].

Die Nierencanälchen werden von dem Contentum, den endogenen ellen, so dicht erfüllt, daß die **Membrana propria** kaum zu sehen ist: an kann aber den Inhalt auspressen oder die Entfernung der Wand on demselben mittelst Essigsäure bewirken, welche in die Canälchen von ußen aufgenommen und erst allmählig mit dem zähen Inhalte gemischt ird. Ausgepreßt erscheint dieser in soliden Strängen, von der orm der Canälchen, und erhält sich zusammenhängend selbst gegen inen mäßigen Druck. Werden die Stränge stärker gepreßt oder ittelst des Deckgläschens hin und her geschoben, so zerfallen sie. Sie bestehen aus kernhaltigen Zellen und aus nackten Zellenkernen. Die letzteren (Fig. 18. A. B. a a) sind kreisrund, platt, auffallend örnig, wie aus kleinen Pünktchen zusammengesetzt, 0,0033‴ im Durchmesser; von den Kernen der Schleimkörperchen unterscheiden ie sich dadurch, daß sie in Wasser oder Essigsäure nicht zerfallen. In den Harncanälchen der Rinde sind die nackten Kerne nicht häuiger, als in denen der Marksubstanz, die Zwischenräume füllt eine elle, gallertartige Materie, in welcher feine dunkle Pünktchen hier nd da eingesprengt sind. Um einzelne Kerne zeigt sich ein schmaer, heller Saum, andere sind von engen (b b) oder weiteren Zellen (c) umgeben. Die Zellen lösen sich in Essigsäure, nicht in Wasser. In engeren Canälchen des Markes folgen oft solche Zellen einander n langen Strecken paarweise mit der größten Regelmäßigkeit und platten sich an den Flächen, welche sie sich zuwenden, so gegeneinander ab, daß die Zwischensubstanz gänzlich verdrängt wird. In weiteren Canälen liegen die Zellen zwar unregelmäßig, aber nicht minder dicht. Einzelne erreichen, wie auch Schwann bei Schweins-

1 Den Durchmesser der menschlichen Samencanälchen bestimmt Monro (De testibus. p. 29) zu 0,06‴, J. Müller zu 0,056‴ (injicirt zu 0,128‴) Lauth zu 0,054—0,079‴ (injicirt 0,081‴), Berres zu 0,006‴, Krause zu 0,079‴ bei Anfüllung mit Samen, zu 0,062‴ im leeren Zustande, R. Wagner zu 0,066‴. Beim Igel messen sie nach J. Müller 0,116‴, beim Eichhörnchen 0,174‴.

embryonen sah[1], hier und da eine solche Größe, daß sie die Canälchen, selbst die weiteren, gänzlich ausfüllen; sie sind kugelrund und wasserhell und an Stellen, wo sie liegen, kann es scheinen als sey die Mitte des Canälchens mit Flüssigkeit erfüllt und als lägen kleinere Zellen, einem Epithelium gleich, nur an den Wänden. Daß dies wirklich jemals so vorkomme, davon habe ich mich bei neueren Untersuchungen nicht überzeugen können, und es scheint mir, als seyen die Canälchen bis in die Papillen hinein gleich angefüllt. Man sieht zwar leere Canälchen in den Papillen, aber auch in der Rinde und dort nicht häufiger als hier, und so ist man nicht sicher, ob nicht bei der Präparation das Contentum zufällig ausgepreßt worden sey. Wachs oder andere Massen, womit man allerdings nicht ohne bedeutenden Druck (mittelst der Luftpumpe) die Harncanälchen anfüllen kann, müssen entweder die endogenen Zellen zurückdrängen oder sich einen Weg zwischen denselben hindurch bahnen oder auch die Zellen sprengen, so daß ihr flüssiger Inhalt sich mit der injicirten Masse mischt[2].

Die Contenta der Samencanälchen sind verschieden je nach dem Alter und bei Thieren, welche nur zu Zeiten brünstig werden, nach der Jahreszeit. Bei Kaninchen sind die Canälchen der Hoden außer der Brunstzeit ganz und gar mit Zellen angefüllt, welche den Schleimkörperchen gleichen, so auch bei jungen Thieren und Menschen. Beim Erwachsenen sind die Wände der erweiterten Canäle von einem Cylinderepithelium bekleidet; das Lumen erfüllen die Elemente, aus welchen weiterhin sich die Samenfäden entwickeln, auch ausgebildete Samenfäden in geringer Zahl; ich werde diese Gebilde später im Zusammenhange beschreiben.

Bei der oben angegebenen Methode der Untersuchung, wo ich immer nur kleine, aber wohl isolirte Partien von Nieren und Ho-

1 Mikrosk. Unters. S. 198.

2 Berres (Mikrosk. Anat. 1836. S. 160) bemerkte die Zusammensetzung der Canälchen aus einem Hornblättchen und aus Bläschen; in Müll. Arch. 1838. S. 104 beschrieb ich die endogenen Zellen als Epithelium der Harncanälchen; so beschreibt sie auch noch J. Vogel (Anleitg. z. Gebr. d. Mikr. 1841 S. 454). Gluge (Anat. mikrosk. Unters. 1839. Taf. I. Fig. 5. g. h) hielt sie für Eiterkügelchen. R. Wagner (Icon. phys. 1839. Tab. XX. fig. 4) bildet den zelligen Bau der Harncanälchen ab, ohne sich über die Bedeutung der Zellen auszusprechen. Purkinje dagegen (Naturf. in Prag. 1838. S. 175) nennt das Enchym der Rindensubstanz der Niere gallertartig und scheint demnach leere Canälchen beobachtet zu haben.

i auf den Objectträger brachte, habe ich niemals blinde Enden
d nur selten verzweigte Canälchen gesehen. Das Letztere beweist,
ß die Röhrchen nur in verhältnißmäßig weiten Distanzen sich
ilen oder Verbindungen untereinander eingehen. Aus dem Ersteren
te man schließen, daß die Canälchen zuletzt alle ineinander über-
en oder, was eins ist, schlingenförmig umbiegen. Dieser Punkt
indeß noch controvers. Lauth fand bei seinen zahlreichen Un-
suchungen[1] nur einmal das blinde Ende eines Samencanälchens
menschlichen Hoden, dagegen konnte J. Müller[2] an den gro-
n Samencanälchen des Eichhörnchens die blinden, nicht ange-
wollenen Enden erkennen; öfters war das stumpfe Ende eines
nales an einem andern Canale seitlich angeheftet. Krause be-
uptet auch in dem menschlichen Hoden Enden angetroffen zu ha-
n, die sich unter dem Mikroskop zugerundet und blind geschlossen
stellten[3] und nach Berres[4] wären sie sogar etwas aufgebläht.
i den Nieren ist die Entscheidung noch schwieriger. Die älteren
obachter (Ferrein, Schumlanski) bemerken nur, daß in der
ndensubstanz die Harncanälchen geschlängelt verlaufen. Daß sie
rt enden, scheint Huschke vorauszusetzen, ohne es gesehen zu
haben[5]. Für die Existenz geschlossener Enden entscheiden sich J.
Müller[6], Krause[7] und R. Wagner[8]. Müller sah bei dem
Eichhörnchen die Canälchen sich zuletzt ein- oder mehrfach theilen
und nicht oder kaum angeschwollen blind enden[9]. Krause und
Wagner bestätigten seine Beobachtungen an der menschlichen Niere.

1 *Mem. de la soc. d'hist. nat. de Strasb. T. I. p. 1.*

2 Gland. secern. p. 108. Tab. XV. fig. 10.

3 Müll. Arch 1837. S. 21.

4 Mikrosk. Anat. S. 152. Taf. IV. Fig. 21.

5 A. a. O. S. 561: „Die Röhrchen gehen bis an die Oberfläche der Niere, fan-
n sich hier an zu winden, kehren in einem Bogen gegeneinander um, laufen wie-
r abwärts und verlieren sich so, geschlängelt und allmählig enger geworden."

6 Gland. secern. p. 100. 116.

7 A. a. O. S. 18.

8 Icon. physiol. Tab. XX. fig. 3.

9 A. a. O. Tab XIV. fig. 4—7.

Diesen Forschern gegenüber stehen E. H. Weber[1] und Cayla[2], denen zufolge alle Harncanälchen zuletzt Schlingen bilden. Die Schlingen wurden von Krause und Wagner nicht bestritten und Müller selbst hatte sie bereits aus der Pferdeniere beschrieben und abgebildet[3]. Da es nun gewiß leichter geschehen kann, daß abgerissene oder einander deckende Schlingen für blind endende Canälchen gehalten werden, als daß umgekehrt, blinde Röhrchen den Anschein von Schlingen gewähren, so glaube ich nicht zu fehlen, wenn ich die freien Enden der Harn- und Samencanälchen, sollten dergleichen auch hier und da existiren, für Ausnahmen ansehe[4].

Im Hoden bilden die Röhrchen ein weitmaschiges Netz[5], indem die Samencanälchen, welche im Allgemeinen vom Rete testis gegen die Oberfläche ausstrahlen, nicht nur an der Oberfläche untereinander in Verbindung treten, sondern auch während des Verlaufes sich häufig theilen und einander Queräste zuschicken. An einer Parthie, welche entwickelt 45″ lang war, zählte Lauth 15 Anastomosen[6]. Gegen das Rete testis werden sie seltener und fehlen zuletzt. Da diese Canälchen liegen bekanntlich in den engsten und zahlreichsten

1 Hildebr. Anat. IV, 338.

2 *Observations d'anatomie microscopique sur le rein des mammifères. Thèse presentée à la faculté de Paris. 1839.*

3 A. a. O. p. 99. Tab. XV. fig. 1. 2.

4 Nicht wenig trugen Huschke's und Müllers Untersuchungen der Vogelnieren bei, den Glauben an die blinden Endigungen der Harncanälchen zu befestigen. An der Oberfläche der Nieren zeichnen sich die Canälchen, wenn sie von Harn angefüllt sind, durch ihre weiße Farbe aus. (Schon Galeati benutzte die Unterbindung der Ureteren, um die Vogelnieren mit Urin gleichsam zu injiciren; Comment. Bonon. V. P. II. 1767. p. 500). Die gefüllten Canälchen sind gerade, mit kurzen blinden Seitenästen besetzte, endlich selber blind werdende Reiser (Huschke a. a. O. Taf. VIII. Fig. 2. 5. Müller a. a. O. Tab. XII. fig. 7. 10). Ein Blick auf diese Abbildungen lehrt aber, daß diese Reiser bei weitem den kleineren Theil des Parenchyms der Niere ausmachen. Sie sind umgeben von einer röthlichen Substanz und es wäre gegen alle Analogie, wenn diese nichts als verbindendes Gewebe, Stroma, wäre. Ich vermuthe vielmehr, daß sie der wesentliche Theil der Niere ist, zu welcher sich die Huschke'schen Canäle wie Ausführungsgänge verhalten. Eine nähere Untersuchung derselben müßte von großem Interesse seyn.

5 Man vergleiche die schematische Darstellung Lauth's a. a. O. *Pl. III fig. 19.* Copirt in Wagner's Icon. physiol. Tab. XIX. fig. 2.

6 A. a. O. *Pl. I. fig. 4. 5.*

Windungen[1] bis in die Nähe des **Rete testis**. Dort münden abermals mehrere unter spitzen Winkeln zusammen, und bilden eine nicht ganz bestimmte Zahl gerader Gänge (**Ductuli recti**) von 0,11—0,21‴ Durchmesser (diese und die folgenden Angaben beziehen sich auf die durch Quecksilber ausgedehnten Röhren). An dem der Epididymis zugekehrten Rande des Hoden liegt das **Corpus Highmori**, eine gleichsam in den Hoden hineinragende Verdickung der Albuginea, aus festem fibrösem Gewebe gebildet. Dieses Gewebe schließt ein ziemlich dichtes Netz aus geraden oder wellenförmig gebogenen Röhrchen von 0,11—0,24‴ Durchmesser ein. In das Netz münden einerseits die **Ductuli recti**, andererseits gehen daraus hervor die **Vasa efferentia**, 9—30, von welchen das oberste nach einer Menge von Windungen geradezu in den Anfang des Nebenhoden umbiegt, während die anderen weiter abwärts in Entfernungen von ½—6″ in denselben Canal übergehen, so daß man die **Vasa efferentia** selbst wieder als Anastomosen zwischen dem **Rete testis** und dem Canale des Nebenhoden betrachten kann, bis dieser zuletzt als einfacher Ausführungsgang am Hoden herabläuft und unten in den **Ductus deferens** umbiegt. Die **Vasa efferentia** haben in der Nähe des **Rete** 0,18‴ Durchmesser, werden aber gegen den Nebenhoden hin allmählig enger bis auf 0,076‴. Das Gefäß des Nebenhoden mißt am Ursprung 0,12 – 0,33‴, in der Mitte 0,15‴, am Ende, wo es ins **Vas deferens** übergeht, 0,13‴.

Ob die Harncanälchen in der Rindensubstanz anders, als paarweise durch die Endschlingen zusammenhängen, ist nicht ganz ausgemacht, jedoch sehr wahrscheinlich. J. Müller sah sie beim Pferde zuweilen gabelig getheilt und nach der Abbildung, **Tab. XV. fig. 2**, auch vielfach anastomosirend. Nach Cayla's Beschreibung (vom Pferde und Schweine) giebt es in der Rindensubstanz keine anderen Anastomosen, als Schlingen, allein aus den schlingenbildenden Harngefäßen erster Ordnung entspringen feinere, zweiter Ordnung[2], welche unter rechtem Winkel aus jenen hervorgehen und nach einer Anzahl von Windungen wieder in dieselben zurückkehren[3]. In der

[1] Ebendas. *fig. 3.*

[2] A. a. O. *fig. 1. b.*

[3] Cayla erwähnt noch eine dritte Ordnung von Harngefäßen. Sie bilden ein Netz, dessen Maschen in allen Richtungen die Rindensubstanz durchziehen; sie haben durchaus das Ansehen von Capillarnetzen und stehen mit der zweiten Ord-

Marksubstanz kommen je 2 und 2 Harncanälchen unter spitzem Winkel zusammen, das aus 2 Aesten entstandene Stämmchen vereinigt sich abermals mit einem anderen u. s. f., so daß alle, wie bekannt, zuletzt wie in Spitzen von Pyramiden oder in einzelnen Papillen zusammenkommen und sich die Zahl der Harngefäße gegen die Papillen hin reducirt[1]. Nach Berres[2] theilt sich ein Harncanälchen zwischen dem Ursprunge aus den Papillen und dem Anfange der Rindensubstanz 8—15 Mal. Daß die aus der Vereinigung hervorgehenden Stämmchen beim Menschen und den Wiederkäuern nicht stärker sind, als die ursprünglichen Röhrchen, wurde bereits angemerkt; beim Pferde sind sie weiter. Mit dieser Differenz scheint eine andere in Ansehung der Ausmündung der Canälchen zusammenzuhängen. Beim Pferde öffnen sie sich unmittelbar an der Spitze der Papillen, beim Menschen scheinen sie in kleinen Grübchen oder Follikeln von 1—2‴ Tiefe (Ductus papillares Ferrein) zu enden, und die Oeffnungen, die man an der Spitze der Pyramiden sieht (12—16), führen nicht direct in Bellinische Röhrchen, sondern in jene Gruben, deren Wände von den Bellinischen Röhrchen durchbohrt werden[3]. Ich habe beim Schafe aus der Spitze der Pyramiden unter Fragmenten von Harncanälchen immer Lappe-

nung von Harngefäßen in Communication. Prévost, welcher sie zuerst an der Niere des Schweines darstellte, hielt sie für ein von den Blutgefäßen unabhängiges System netzförmiger Harngefäße, Cayla aber beobachtete, daß sie mit den Capillarnetzen in Verbindung stehen und daß verschiedene Injectionsmassen, wenn man eine durch die Arterie und eine andere durch den Ureter einspritzt, in jenen netzförmigen Canälen einander begegnen. Es sind also nicht Harn-, sondern Blutgefäßnetze und es handelt sich dabei nur wieder um die Frage, ob die Communication zwischen ihnen und den Harncanälchen eine natürliche oder Folge von Zerreißung sey. Das Gewicht der Gründe, derentwillen ich mich oben (S. 536) für die letztere Ansicht aussprach, halte ich durch die Untersuchungen von Cayla, so genau sie scheinen, nicht für entkräftet.

Auf die älteren Controversen über den Bau der Nieren und auf das Geschichtliche gehe ich nicht weiter ein und verweise auf Müller's auch in dieser Beziehung vollständiges Werk, p. 11. 95. Hinsichtlich der älteren Arbeiten über den Hoden ist zu vergleichen Lauth a. a. O. p. 8.

1 Schumlanski, Struct. renum. Tab. II. Berres, Mikrosk. Anat. Taf. X. Fig. 2.

2 A. a. O. S. 158.

3 Ferrein a. a. O. p. 506. Eysenhardt, Struct. renum. p. 11. fig. 6, und Meck. Arch. 1823. S. 225. Meckel, Anat. IV, 466.

nes schönen Pflasterepitheliums und Fasern erhalten, welche 0,002—0,003‴ breit, platt und mit ovalen Zellenkernen bedeckt waren, gleich den unentwickelten Bindegewebefasern oder den gelatinösen Nervenfasern (Taf. IV. Fig. 6), und ich zweifle nicht, daß diese die Wände und jene die innere Bekleidung der Ductus papillares constituiren. Den Zusammenhang der Harncanälchen mit ihrem Ausführungsgange wird man sich demnach am besten so vorstellen. Es schwillt der Ureter in eine Erweiterung an (Nierenbecken) und aus der Erweiterung geht eine Anzahl weiter, kurzer, cylindrischer, zuweilen gabelförmig getheilter Canäle hervor, Nierenkelche. Die Nierenkelche haben einen blinden Grund, der aber nur von der Schleimhaut gebildet wird, während die äußere Haut in den fibrösen Ueberzug der Niere übergeht. Die Schleimhaut, die den blinden Grund bildet, überzieht die Nierenpapillen und zieht sich dadurch trichterförmig in das Lumen des Cylinders zurück; sie treibt aber zugleich eine Anzahl gleichfalls blind geschlossener Follikeln in die Substanz der Nierenpapillen hinein, auf deren Wänden endlich die Harncanälchen sich öffnen.

Nieren und Hoden werden von einer fibrösen Haut, die letzteren überdem von dem Pflasterepithelium der Tunica vaginalis bekleidet. In den Hoden gehen Fortsetzungen der fibrösen Haut als lockere, vielfach durchbrochene Scheidewände nach innen und sondern die Masse der Samencanälchen in einzelne Läppchen, die jedoch auch unter sich durch Anastomosen zusammenhängen. Die Läppchen spitzen sich gegen das Rete hin kegelförmig zu, aus jedem gehen 1 oder 2 Ductuli recti hervor[1]. Krause[2] unterscheidet ähnliche Läppchen auch in den Nieren, von denen jedes die Windungen eines einzelnen Harncanälchens enthalte und an der Oberfläche der Niere als ein rundliches Körnchen von 0,07—0,11‴ Durchmesser erscheine; sie seyen indeß weniger deutlich durch Zellstoff geschieden. Ich habe nie eine Spur von Bindegewebe zwischen den Harncanälchen gesehen. Was die Lücken zwischen Harncanälchen und Gefäßen, wenn Lücken bleiben, ausfüllt, muß eine gallertartige, homogene Materie seyn.

1 Die Läppchen bestehen nach Lauth aus einem, zwei und mehreren, nach Berres (a. a. O. S. 152) aus 6 bis 7 Samencanälchen. A. Cooper (Bildg. u. Krkh. des Hoden. S. 6. Taf. II) hielt die Scheidewände für vollständige Ueberzüge der Läppchen, was durch Lauth widerlegt wurde.

2 A. a. O. S. 18. Taf. I. Fig. 3.

Es sind nunmehr, nach der Beschreibung des Baues der gentlichen Drüsensubstanz, noch einige Bemerkungen über die A führungsgänge nachzutragen. An den einfach- und traubig-bl darmförmigen Drüsen ist Drüsencanal und Ausführungsgang n zu trennen, an den gewunden blinddarmförmigen und den Meibo schen Drüsen unterscheidet ihn, wenn nicht die Structur Wand, die von dem benachbarten Bindegewebe nicht scharf al grenzt ist, doch die Lage von Zellen an seiner Innenfläche, die mer regelmäßig zu einem Epithelium geordnet ist und mit dem wöhnlichen feinen Pflasterepithelium auch dann übereinkommt, w die endogenen Zellen der Drüse Fett enthalten, wie in den Meibo schen und Ohrenschmalzdrüsen. In allen ächt traubigen Drü von den kleinsten bis zu den zusammengesetztesten, in den netzf migen Drüsen und in der Leber besteht der Ausführungsgang einer verhältnißmäßig starken Muskelhaut, die noch immer mit ei einfachen Zellenlage bekleidet, nach außen durch Bindegewebe an benachbarten Theile angeheftet ist, so daß man den Ausführung gängen, wie den Gefäßen, eine Tunica adventitia zuschreiben könn Die Muskelhaut gleicht, wie schon früher (S. 590) bemerkt wu derjenigen der Gefäße und namentlich der Venen darin, daß Längsfaserschicht nach innen, die Ringfaserschicht außen liegt, mer aber ist die Längsfaserschicht viel stärker und an den Aus rungsgängen kleiner Schleimdrüsen, sowie an den feineren V zweigungen in den größeren scheint die Ringfaserschicht ganz fehlen. Das Epithelium besteht meist aus cylindrischen Ze (s. S. 240), Pflasterepithelium haben nur die Ausführungsg der kleinsten Schleimdrüsen und der Milchdrüsen, ferner das B und die Kelche der Nieren, während in den Ureteren und der die Form vorkommt, die zwischen Pflaster- und Cylinderepitheli in der Mitte steht und die ich Uebergangsepithelium genannt h

Man kann das Verhältniß der Ausführungsgänge zu Drüsencanälchen mit dem Verhältniß der Gefäßstämme zu den pillarnetzen vergleichen. Hier sind die Capillargefäße, wie dort Drüsencanälchen der physiologisch wesentliche Theil, die baum verästelten Röhren mit den muskulösen Wänden haben nur Flüs keiten ab- und zuzuführen. Nach dieser Analogie hätte man d genaue Abgrenzung zwischen den Drüsencanälchen und den Ausf rungsgängen zu erwarten, indessen scheint hier der Uebergang niger allmählig zu geschehen, als zwischen Capillargefäßen einers

und Arterien oder Venen andrerseits. Bei den Nieren ist die Einmündung der absondernden Röhren in die Ausführungsgänge ganz streng bezeichnet und es läßt sich höchstens bei den Ductus papillares in Frage stellen, ob sie jenen oder diesen beizuzählen seyen. In anderen Drüsen leitet uns theils die Muskelhaut, theils das Epithelium. Wie sich die Muskelhaut in den traubigen Drüsen verhalte, wurde oben angegeben; wie weit sie sich vom Vas deferens aus erstrecke, ist noch zu untersuchen. Was das Epithelium betrifft, so behält es zwar in dem Hoden die cylindrische Form der Elemente bis in die Drüsencanälchen[1], und von den traubigen Drüsen möchte ich nicht versichern, daß nicht schon in den feineren Aesten der Ausführungsgänge das Cylinderepithelium in Pflasterepithelium übergehe: dagegen habe ich mich überzeugt, daß selbst die feineren Aeste des Ausführungsganges der Milchdrüse, wenn während der Lactation die Träubchen sich mit fetthaltigen Zellen füllen, ihren Ueberzug von feinen hellen Pflasterzellen behalten.

An dem Ausführungsgange des Hoden kennt man seit Haller einen blinden Anhang, das Vas aberrans, welches vom Vas deferens da entspringt, wo dasselbe in den Nebenhoden umbiegt. Es ist oft sehr lang, vielfach gewunden, selten gabelig getheilt oder mehrfach vorhanden. Nach Lauth ist es in der Regel enger an seiner Einmündungsstelle, als am blinden Ende; sein Durchmesser beträgt etwa 0,12‴, sein Bau und Inhalt sind noch nicht untersucht. E. H. Weber[2] betrachtet es als einen unentwickelten Ast des Ausführungsganges und fand ähnliche blinde, aber kurze Divertikel auch an dem Ductus hepaticus und pancreaticus. Die Ausführungsgänge der Leber, des Hoden und der Nieren gehen vor ihrer Ausmündung in blasenförmige Behälter über, entweder direct, oder so, daß die Blase mit einem längeren oder kürzeren Stiele auf dem Ausführungsgange aufsitzt und die Contenta desselben nur dann, wenn die äußere Mündung verschlossen ist, rückwärts in die Blase gelangen. In geringerem Maaße finden sich solche Erweiterungen, in welchen das Secret sich sammeln kann, auch an den Milchcanälchen.

1 In dem Canale des Nebenhoden wurden die Cylinderchen von Purkinje beobachtet. Naturf. in Prag. 1838. S. 174.

2 Mühlhausen, Asthm. thym.

Die Drüsen gehören zu den gefäßreichsten Gebilden; die Gefäßstämme treten entweder an einem Punkte ein und vertheilen sich von da aus durch die ganze Drüse (Leber, Hoden, Niere) oder sie dringen schon als feinere Aeste von verschiedenen Stellen der Oberfläche ins Innere. Die Stämmchen folgen dem Bindegewebe, welches die Lappen und Läppchen der Drüse von einander trennt, in den Hoden verzweigen sie sich zuerst aufs Feinste auf den Scheidewänden der Läppchen[1], in den Nieren sieht man die feineren Venenstämmchen an der Oberfläche der Rinde durch ihre Anastomosen polygonale Maschen bilden und ins Innere der Maschen Zweige schicken, die den Arterienästen entgegenkommen[2]; die Eigenthümlichkeiten der Gefäßverbreitung in der Leber wurden bereits mitgetheilt. Die capillaren Aeste umspinnen zuletzt mit ihren Netzen die Elemente, Läppchen oder Röhrchen; die Form der Maschen richtet sich nach der Gestalt der Elementartheile, sie sind longitudinal an Röhren[3], gleichförmig auf Bläschen[4]. Ueber die Verknäuelungen der Capillargefäße in den Nieren s. oben S. 486. Die feinsten Gefäße liegen übrigens weder im Bindegewebe, noch, wie man gewöhnlich sagt, in der Wand der absondernden Röhrchen, sondern frei zwischen denselben.

Das Verhalten der Lymphgefäße im Innern der Drüse ist nicht bekannt.

Man kennt Nerven nur in den größeren Drüsen, wo sie den Gefäßen anzugehören scheinen. Sie sind Aeste entweder vom sympathischen oder vom Cerebrospinalsystem und bilden Plexus auf den Arterien, mit denen sie sich ins Innere der Drüse verlieren. Die Aeste des sympathischen Systems haben bekanntlich gangliöse Anschwellungen bis zum Eintritte in die Drüsen, im Innern der Drüse, wenigstens der Niere, konnten aber Remak[5] und Pappenheim[6]

[1] Lauth a. a. O. p. 7.

[2] Cayla a. a. O. p. 29. fig. 3.

[3] S. bei Berres, Taf. XV, eine Abbildung der Samencanälchen mit ihren Gefäßen.

[4] Nach Berres (S. 138. Taf. IV. Fig. 23) wären die Drüsenkörner der Speicheldrüse von einem einfachen Aderring umgeben.

[5] Med. Vereinsztg. 1840. No. 2.

[6] Müll. Arch. 1840. S. 536.

eine Ganglien mehr entdecken. J. Müller[1] verfolgte an der Pferdeniere die Nerven weit in die Substanz hinein und Pappenheim sah Aeste von weniger als 0,12‴ Durchmesser mit Nerven umgeben. Nach Müller entfernen sich die Nervenzweige niemals von den Blutgefäßen; daß indeß auch der Drüse und den Ausführungsgängen Nerven zukommen, beweist die, wenn gleich stumpfe Empfindlichkeit der ersteren und die unbestrittene Contractilität wenigstens der Stämme der letzteren.

Es giebt noch keine chemische Untersuchung des Drüsengewebes, denn wenn, wie bisher geschehen, eine Drüse in Stücke zerschnitten, zerrieben, filtrirt, extrahirt und mit Reagentien geprüft wurde[2], so hatte man außer der Tunica propria, den Membranen der endogenen Zellen, den Kernen und Elementarkörnchen, dem flüssigen Inhalte der Zellen und dem flüssigen Inhalte der Drüsencanälchen auch noch die Häute und den Inhalt der Ausführungsgänge, der Blut- und Lymphgefäße, das interstitielle Bindegewebe und die Nerven vor sich. Es wäre um so gewagter, aus solchen Analysen einen Schluß zu ziehen, da sie zum Theil in eine Zeit fallen, wo die Kenntnisse von den näheren thierischen Bestandtheilen noch unvollkommener waren, als jetzt. Es ist daher auch voreilig, wenn Eberle[3] die Substanz der Drüsen geradezu für identisch mit dem Excret erklärt. Natürlich muß bei der angegebenen Methode der Untersuchung die extrahirte Drüse ähnliche Producte liefern, wie das Secret, und man muß sich vielmehr verwundern, daß Berzelius

1 Gland. secern. p. 113.

2 Es existiren solche Untersuchungen der Leber von Braconnot, Frommherz und Gugert (s. Gmelin's Chemie II, 1369. Berzelius' Chemie IX, 235) und von Eberle (Verdauung S. 178), des Pankreas von Eberle (ebendas. S. 222) und der Nieren von Braconnot (Gmelin a. a. O.) und von Berzelius (a. a. O. S. 401). Berzelius findet es auffallend, daß das Parenchym der Leber sich größtentheils in Wasser löst. Indessen ist, was durch das Filtrum geht, eine trübe Flüssigkeit, die höchst wahrscheinlich die durch das Zerreiben von einander getrennten Zellen suspendirt enthält. Die Nieren verwandelten sich ebenfalls während des Zerreibens fast ganz in Flüssigkeit. Auf dem Filtrum blieb eine faserige Masse (Canälchen, Gefäße, Zellenhäute), die in ihren Reactionen mit der Masse der faserigen Haut der Arterien ziemlich übereinstimmte, keinen Faserstoff und kein Bindegewebe enthielt; die durchgegangene Flüssigkeit war trüb (von Zellen und Fragmenten derselben)

3 A. a. O. S. XI.

in der Substanz der Niere keinen Harnstoff auffinden konnte. Etwas reiner sind die Versuche mit den Schleimhäuten, welche mit dicht gedrängten blinddarmförmigen Drüsen besetzt sind, namentlich mit der Schleimhaut des Magens, da in ihnen die Masse fremdartiger Gebilde verhältnißmäßig geringer ist [1], doch sind auch diese Analysen ohne genauere Trennung der verschiedenen Elemente unfruchtbar. Wenn sie Werth haben sollen, so müssen besonders betrachtet werden: 1. die Tunica propria, 2. die endogenen Zellen und ihr Contentum, 3. der flüssige Theil des Inhaltes der Drüsencanälchen. Was die structurlose Tunica propria betrifft, so kann ich von ihr nur sagen, daß sie in Wasser und Essigsäure unlöslich ist und in dieser Beziehung sich in allen Drüsen gleich verhält. Die Membran der endogenen Zellen scheint in Wasser zu bersten, ohne sich aufzulösen, von Essigsäure wird sie gelöst, der Cytoblast bleibt zurück, und auch hierin sind die Drüsen, so unähnlich ihr Secret sein mag, einander gleich. Den Inhalt der endogenen Zellen konnte ich keiner chemischen Untersuchung unterwerfen; doch lehrt die mikroskopische Beobachtung, daß sie Fett enthalten in denjenigen Drüsen, deren Secret mit Fett gemischt ist, obgleich auch freies Fett in einzelnen Tröpfchen in der Milchdrüse gefunden wird. Es ist also wahrscheinlich, daß der Zelleninhalt Differenzen zeige, die den Differenzen der Absonderungsproducte entsprechen. Gewiß ist dies mit der flüssigen Materie, welche in den feinsten Drüsencanälchen neben den Zellen enthalten ist. Wasmann entdeckte, daß die untersten, jüngeren und isolirten Drüsenbläschen des Magens Eiweiß lösen und demnach Pepsin enthalten, wenn sie noch keine endogenen Zellen, sondern nur Elementarkörnchen einschließen. Sprengte ich die Endbläschen einer kleinen Schleimdrüse, so zog sich der flüssige Theil der ausfließenden Masse sogleich in feine, körnige Fäden, wie Faserstofffäden, sie wurden von verdünnter Essigsäure blaß, durch Zusatz von Wasser wieder dunkel; mit viel Essigsäure gerann die

[1] Eberle untersuchte die Schleimhaut des Magens, des Dünndarmes, Blinddarmes und Dickdarmes (a. a. O. S. 127. 260. 341. 355) und fand sie bis auf einen nicht weiter berücksichtigten Rückstand mit den respectiven Secreten übereinstimmend. Wasmann (De digest. p. 13) zeigte, daß nur derjenige Theil der Magenschleimhaut, welcher die traubig-blinddarmförmigen Drüsen enthält, in Säuren löslich ist und gleich dem Magensafte verdaut; die übrigen Partien quellen in verdünnten Säuren nur auf, sie lösen in säuerlichem Wasser Eiweiß nur langsam und verlieren ihre lösende Kraft bald.

Masse sogleich so, daß sie eine dunkle Haut bildete. Die Flüssigkeit, die ich aus den Speicheldrüsen und aus dem Pankreas ausdrückte, zeigte diese Reaction nicht.

Der Inhalt der Drüsencanälchen wird beständig oder zu gewissen Zeiten nach außen entleert und erscheint als Se- oder Excret an der Oberfläche des Körpers. In den meisten Secreten treffen wir die mikroskopischen Elemente des Contentums der Drüsencanälchen, jedoch in sehr verschiedener Menge; in dem einen machen sie einen wesentlichen und nothwendigen Bestandtheil aus, während sie in einem anderen nur zerstreut oder in einzelnen Flöckchen vorkommen, und in der Galle und dem Harn scheinen unter normalen Verhältnissen gar keine mikroskopischen Partikelchen enthalten zu seyn. Man kann demnach die Secrete, wie die Nahrungsflüssigkeiten trennen in einen flüssigen Theil, Serum oder, richtiger gesagt, Plasma, und in suspendirte Körperchen. Bei der Milch ist dies längst gebräuchlich: die Flüssigkeit, die zurückbleibt, wenn die Körperchen, so weit es thunlich ist, und der Käsestoff abgeschieden sind, heißt Serum lactis, Molken. Milchserum, verbunden mit dem gerinnbaren Bestandtheil, würde Plasma der Milch genannt werden müssen. Mit den Körperchen der Excrete aber muß man nicht verwechseln die zufällig abgelösten Epitheliumzellen der Ausführungsgänge oder Canäle, über welche das Secret fließt und die es mit hinwegschwemmt. Solche kommen auch in der Galle und im Urin vor und finden sich neben den wesentlichen Elementen in der Milch, im Samen, Speichel, Schleimsaft[1] u. s. f. Es versteht sich von selbst, daß die auf diese Art beigemengten Körperchen den Zellen der Oberhäute gleichen, über welche das Secret sich bewegt, sie hängen oft zu kleinen Hautstückchen zusammen, sind cylindrisch in der Galle, pflasterförmig und von verschiedenen Größen und verschiedenen Graden der Abplattung im Schleimsafte und Speichel, im Schweiße schwimmen Epidermisplättchen, im Urin und Samen platte, ovale und polygonale Zellen aus der Harnröhre u. s. f.

Von den wesentlichen Körperchen der Excrete, d. h. von solchen, welche sie aus den Drüsenbläschen mitbringen, sind am verbreitetsten die Schleimkörperchen, auch Speichel- oder Schweißkörperchen genannt (Taf. V. Fig. 22). Sie finden sich in allen Arten von

[1] Mit diesem Namen bezeichne ich nach Burdach (Physiol. V, 235) das flüssige Absonderungsproduct der Schleimdrüsen.

Schleimsaft, in den Thränen, dem Speichel, Schweiß, dem Humor prostaticus und dem Safte der Cowper'schen Drüse, der nach anhaltenden Erectionen die Mündung der Harnröhre befeuchtet. Die zähe Haut, welche während der Verdauung die Magenwände überzieht, enthält gleichfalls Schleimkörperchen, aber größtentheils mit aufgelöster Schale. Uebrigens kommen sie in allen Formen und Entwickelungsstufen vor, die wir im Innern der Drüsenbläschen aufgefunden haben, jedoch sind die größeren häufiger und einzelne erreichen einen Durchmesser von 0,007‴, auch Elementarkörnchen zeigen sich und daneben zuweilen sehr kleine Molecule, von welchen sich nicht sagen läßt, ob sie identisch sind mit der feinkörnigen Masse, welche der Wand der endogenen Zellen mitunter anhängt, oder Niederschläge irgend eines organischen oder anorganischen Stoffes aus dem Serum des Secretes. Ausgebildete Zellen, deren Kern sich in Essigsäure nicht mehr spalten läßt, sind unter den Schleimkörperchen selten. Sie stammen vielleicht aus solchen Drüsenbläschen, wo die endogenen Zellen ein Epithelium zu formiren begonnen hatten. In der Ruhe setzen sich die Schleimkörperchen, wenigstens die größeren, zu Boden und bilden den größten Theil des Sedimentes, welches aus verschiedenen Excreten als beigemischer Schleim beschrieben wird[1].

1 Die Kügelchen des Speichels wurden zuerst von Asch (Nat. spermatis. 1756. p. 78) und Leeuwenhoek (*Philos. transact. No. 106. 1764. p. 121*) gesehen, dann von Tiedemann (T. und Gmelin, Verdauung. 1826. I, 6.), E. H. Weber (Hildebr. Anat. I. 1830. S. 164), J. Müller (Physiol. I, 508), Krause (Anat. I. 2te Abth. 1836. S. 450) und Sebastian (van Setten, De saliva. 1837. p. 12) wiedergefunden. Weber sah sie rund, von ungleicher Größe, die mittleren von 0,004—0,005‴, sie schwollen in Wasser an, theilten sich in kleinere Partikeln, wurden dabei maulbeerartig und zeigten im Centrum einen Fleck gleich dem Kerne der Blutkörperchen; nach Krause haben sie 0,0012—0,0025‴. Sebastian beobachtete sie im Speichel, der aus einer Fistel gesammelt wurde, und bewies dadurch, daß sie nicht erst im Munde beigemischt werden. Dennoch glaubt er, daß sie von den Schleimkörperchen kaum verschieden seyen, und Krause bezeichnet sie geradezu mit diesem Namen.

Gorn entdeckte die Schleimkörperchen (De pituita. 1718. p. *11*) und deutete auch schon auf den Kern derselben (singulorum centra lucidum quid circumquaque radians exhibent). Sie wurden gemessen von Weber (a. a. O. S. 162), R. Wagner (Mens. microm. 1833) und Krause (Anat. I, 88). Die Angaben schwanken zwischen 0,001 und 0,01‴. Dies rührt daher, weil Alles, was im Schleime schwimmt, von den Elementarkörnchen bis zu den

Ein constantes und wesentliches Element mancher Secrete bilden die Fettbläschen. Ich rede hier nicht von den Fetttröpfchen, welche in vielen organischen Flüssigkeiten und so auch im Serum mancher Secrete vorkommen und mikroskopisch wahrnehmbar sind, weil sie sich nicht mit Wasser mischen; wie sie von Fettbläschen zu unterscheiden seyen, wurde oben S. 117 angegeben. Sie finden sich im Schleim, Urin, in der Galle, jedoch auch hier nur unter pathologischen Verhältnissen; neben wahren Fettbläschen beobachtet man sie in der Milch.

Die Secrete, welche beständig Fettbläschen enthalten, sind das Ohrenschmalz und die Milch. Vielleicht ist auch das Absonderungsproduct der Haarbalg- und Meibom'schen, sowie der übrigen Hauttalgdrüsen mit Fettbläschen gemischt, jedoch bekommt man dies von gesunden Körpern nicht in hinreichender Menge und isolirt zu sehen. Der sogenannte Hauttalg, welcher sich in den Haarbälgen krankhafter Weise anhäuft, besteht aus platten Zellen, in welchen das Fett in einzelnen Tröpfchen abgelagert ist. Im Ohrenschmalze sind die Fettbläschen von sehr gleichmäßiger Größe, 0,0018''', rund oder etwas eckig; die Milchkügelchen (Tab. V. Fig. 21. E) trifft man in den verschiedensten Dimensionen, vom Unmeßbaren bis zu 0,014'''. Doch sind die größeren selten[1]. Sie sind meist vollkommen kugelrund, haben die optischen Charaktere der Fettzellen, die größeren sind

Epitheliumzellen der Mundhöhle, unter der Benennung Schleimkörnchen zusammengeworfen wurde.

Im Schweiße unterschied Gurlt (Physiol. 1837. S. 195) außer kleinen Fragmenten der Oberhaut 1. Körperchen von 0,0009—0,003''', zuweilen in größeren Kugeln vereinigt, und 2. kernhaltige, zum Theil platte Körperchen von 0,007—0,028'''. Die letzteren scheinen Epidermisschüppchen, die ersteren Elementarkörnchen und Schleimkörperchen zu seyn.

Die neueren Untersuchungen über die Oberhaut führten zuerst zu einer Unterscheidung der Epitheliumzellen und Schleimkörperchen, ohne welche eine genauere Erforschung der letzteren nicht möglich war. In Bezug auf den feineren Bau ist die Geschichte der Schleimkörperchen eng verwebt mit der Geschichte der Eiterkörperchen, wovon, soweit darauf einzugehen nothwendig war, im allgemeinen Theile gehandelt wurde. In der That sind beide morphologisch identisch. In wiefern sie der Genesis und Bedeutung nach zu trennen seyen, soll später untersucht werden.

1 0,0030''' Schultze, 0,0006—0,0037''', die meisten 0,0012''' Krause, bis 0,0044''' Raspail, 0,0008—0,0044''' Donné, bis 0,0022''' F. Simon, bis 0,01''' H. Nasse, 0,0009—0,0041''' Harting.

gelblich mit dunkelm Rande bei durchfallendem, perlartig glänzend bei auffallendem Lichte. In gesunder Milch finden sie sich in ungeheurer Menge, und man muß den Tropfen Milch mit viel Wasser verdünnen, um sie einzeln zu unterscheiden; in der Ruhe steigen sie an die Oberfläche, die größeren zuerst, weil sie im Verhältniß zur Masse eine geringere Oberfläche darbieten und daher weniger durch Adhäsion gehalten werden. Kleine Milchkügelchen sind auch nach vielen Tagen noch im Serum suspendirt und können von demselben nicht geschieden werden; die größeren lassen sich nach Donné[1] auch durch Filtration trennen. Oefters liegen sie in mehr oder minder regelmäßigen Häufchen zusammen, welche dann auffallend dunkel aussehen (D); jedoch scheint dies nicht in vollkommen normaler Milch stattzufinden.

Durch Behandlung mit verdünnter Essigsäure verändern sich die Milchkügelchen allmählig auf eine merkwürdige Weise. Einige derselben werden oval, wie Perltropfen oder biscuitförmig, bei anderen sieht man allmählig an einer oder mehreren Stellen ein kleineres Kügelchen erscheinen, welches dem Rande aufsitzt und nach und nach größer wird. Betrachtet man in diesem Zustande den Milchtropfen, so scheinen die meisten Kügelchen einen Kern zu enthalten, weil jene an den Milchkügelchen neugebildeten Tröpfchen meistens entweder gerade nach oben oder gerade nach unten liegen und der Contour derselben von dem Contour der Milchkügelchen, als einem concentrischen Kreise umschlossen wird. Bringt man den Tropfen zum Fließen, so wird das Verhältniß klar. An den größeren Milchkügelchen verlängert sich nach längerer Einwirkung der Essigsäure das aufsitzende Kügelchen zu einem abgerundeten Zapfen, oder auch zu einer kurzen Perlschnur, indem hinter dem ersten Kügelchen am Rande des Milchkügelchens ein zweites, dann ein drittes entsteht, welche alle miteinander verbunden bleiben (Fig. 21. F). Die so verwandelte Milchkugel hat die größte Aehnlichkeit im Aeußeren mit den Gährungspilzen des Bieres und Weines (Torula cerevisiae, Turpin), nur daß immer das primitive Milchkügelchen, von welchem die Fortsätze ausgingen, durch seine Größe sich auszeichnet. Setzt man nun noch mehr Essigsäure zu, so erscheinen die Milchkügelchen mit ihren neugebildeten Fortsätzen wie zerflossen, zwar mit glatten, aber unregelmäßigen Rändern; man

1 *Du lait. p. 10. l'Institut. No. 212.*

lebt sie aneinanderstoßen und sich zu großen Flocken verbinden, die ganz wie geschmolzenes und unregelmäßig zerflossenes Fett aussehen. Setzt man einem Tropfen Milch ein paar Tropfen concentrirte Essigsäure zu, und bringt das Gemisch alsdann unter das Mikroskop, so sieht man keine, oder nur sehr wenige ordentliche Milchkügelchen mehr; die meisten sind zu einem oder einigen unregelmäßigen Häutchen zusammengeflossen, die man schon mit bloßem Auge auf der Oberfläche des übrigens klar gewordenen Tropfens erkennt. Dieselben Veränderungen treten im Verlaufe einiger Tage ein, wenn die Milch, sich selbst überlassen, durch Umwandlung des Milchzuckers sauer wird[1].

Das Verhalten der Milchkügelchen gegen Essigsäure beweist, daß dieselben nicht einfache Fettmolecule, sondern von einer selbstständigen Membran umgeben sind. Die allmählige Auflösung dieser Membran durch die Essigsäure veranlaßt die Umwandlung, welche die Milchkügelchen erleiden, indem der eingeschlossene Stoff zuerst die Hülle ungleichmäßig ausdehnt, dann hie und da austritt, und nun erst als Tröpfchen erscheint, die, wenn die Hülle ganz aufgelöst ist, zusammenfließen. Dafür sprechen noch andere Thatsachen: Den folgenden Versuch habe ich oft wiederholt. Ein Tropfen Milch wurde mehrere Minuten lang mit Aether digerirt. Er blieb weiß und unter dem Mikroskop waren die Milchkügelchen nur wenig verändert, etwas rauh, runzelig, zum Theil wie zusammengefallen. Ich setzte etwas Essigsäure zu, worauf der Tropfen heller wurde und die Milchkügelchen die oben beschriebenen Veränderungen zeigten. Wurden nun, nachdem die Essigsäure größtentheils verdunstet war, abermals nur ein paar Tropfen Aether aufgegossen, so verschwanden augenblicklich alle mikroskopischen Bestandtheile, die den Tropfen getrübt hatten, und erst beim Verdunsten des Aethers schoß Fett in krystallinischen Büscheln von Nadeln an, oder schlug sich in großen Tropfen nieder.

Auch in kochendem Alkohol verändern sich die Milchkügelchen nicht leicht. Setzt man aber während des Kochens zu einer Zeit, wo die Flüssigkeit noch trüb ist und größere oder kleinere Flocken in derselben schwimmen, nur wenig Essigsäure zu, so wird sie augen-

[1] Gleichzeitig entwickeln sich in der Milch die der Schimmelbildung oder Gährung eigenthümlichen Elemente, die, wie erwähnt, anfangs den veränderten Milchkügelchen gleichen. Turpin *(Ann. des sc. nat. 2e sér. VIII, 288)* wurde dadurch zu der irrigen Ansicht verleitet, daß die Milchkügelchen selbst sich in Schimmel umwandelten.

blicklich klar. Die Milchkügelchen sind verschwunden, und erscheinen auch nach der Verdunstung des Alkohols und der Essigsäure nicht wieder. Statt derselben enthält das Residuum krystallinische Nadeln und kleine, dunkle Kügelchen von ganz gleicher Größe.

Aether und Alkohol greifen also die Milchkügelchen nicht an, so lange sie ihre Hülle behalten, die in Essigsäure aufgelöst wird. Wird aber Milch längere Zeit, oder mit großen Quantitäten von Aether digerirt, oder mit sehr viel Alkohol gekocht, so verschwinden die Milchkügelchen auch, indem die Hülle durch Imbibition gesprengt wird, und es bleibt dann ein körniges, weißes Wesen übrig, welches sich in Essigsäure löst und, wie F. Simon[1] gezeigt hat, aus den geplatzten Schalen besteht. In dem Rückstande eingetrockneter und mit Aether ausgezogener Frauenmilch fand er, außer einer Menge unregelmäßiger Stücke von geronnenem Käsestoffe, eine Anzahl Kugelfragmente, und selbst fast vollständige Kugeln, denen nur ein kleines Segment fehlte, von der Größe der Milchkügelchen.

Es ist keine Frage, daß in den Kügelchen Fett und zwar, abgesehen von den sparsamen Fetttröpfchen, sämmtliches Fett der Milch enthalten ist. Seine Quantität beträgt in der menschlichen Milch nach F. Simon im Maximum 5,40, im Minimum 0,80 Procent. Es ist ein Gemisch von Stearin, Margarin und Butyrin, doch ist die Menge des letzteren geringer, als in der Kuhmilch. Es schmilzt bei + 29° (Simon).

Welcher Stoff die äußere Membran der Milchkügelchen bilde, ist schwerer zu entscheiden. Wahrscheinlich ist es, daß sie aus Käsestoff besteht, der sich auch in Auflösung in dem Serum der Milch befindet, von dem man also annehmen möchte, daß er sich an der Oberfläche der Fetttröpfchen zur Membran verdichte. Da der Käsestoff der Frauenmilch von Essigsäure nicht gefällt wird, so fehlt eins der besten Kennzeichen, um denselben vom Eiweiße zu unterscheiden. Im Uebrigen widerspricht das chemische Verhalten der Membran der Milchkügelchen nicht der Annahme, daß sie aus Käsestoff bestehen. Galläpfeltinctur, welche den Käsestoff coagulirt, bildet Flocken von schwachkörnigem Ansehen, welche die unveränderten Milchkügelchen einschließen und verbinden. In Essigsäure lösen sich die Flocken wieder, die Milchkügelchen zerstreuen sich wieder und verändern sich

[1] Medicin. Chemie. I 75.

eiter auf die oben angegebene Weise. In Alaunauflösung erhal=
n sich die Milchkügelchen unverändert.

Von der wahren Milch unterscheidet sich das Colostrum, das Secret der Milchdrüsen vor und kurze Zeit nach der Geburt, mikro=
opisch durch eigenthümliche Körperchen, die es enthält (Taf. V. ig. 21 A — C). Sie sind meist vollkommen rund, doch auch schei=
enförmig platt, oder oval, nierenförmig u. s. f. Ihr Durchmesser ariirt zwischen 0,0063 und 0,0232‴ und beträgt im Mittel von 8 Messungen 0,0111‴[1]. Sehr deutlich unterscheidet man an den=
elben eine weichere, hellere, schwachkörnige Masse als Grundlage nd kleine, scharfbegrenzte, runde Kügelchen, wie Fettkügelchen, die nnerhalb jener Masse mehr oder weniger dicht gedrängt liegen, oft uch, namentlich gegen den Rand hin, gänzlich fehlen (B). Die leinsten enthalten nur einzelne kleinere und oft ein größeres Kügel=
hen (A), in größeren Colostrumkörperchen kommen ein, zwei und elbst mehrere größere Fettkügelchen vor, die sich dann wie Kerne desselben ausnehmen (C), während die übrigen meist nicht größer als Pigmentkörperchen sind. Gewöhnlich zeigt der Rand des Colo=
strumkörperchens scharfe Contouren, so daß es aussieht, als seyen die Kügelchen, die es zusammensetzen, von einer glatten Membran eingeschlossen, in anderen Fällen ist der Rand unregelmäßig, und sie sehen nun wie Haufen der kleinen Körnchen aus, von denen selbst hier und da eines über den Rand des Aggregates hinaus reicht (C). Nach Donné[2] erhalten sich die Colostrumkörperchen in Alkalien unverändert und lösen sich im Aether auf, in der wäs=
serigen Jodlösung färben sie sich schön gelb[3]. Auch ich konnte sie in Colostrum, welches ich mit Aether geschüttelt hatte, nicht wie=
derfinden, den Vorgang bei der Auflösung vermochte ich aber nicht zu verfolgen, da es fast unmöglich ist, bei der Behandlung mit Aether die Gegenstände im Focus des Mikroskopes zu erhalten. Leichter gelingt dies bei Anwendung von Essigsäure, und ich habe mich aufs Bestimmteste überzeugt, daß diese, wenn sie in hinrei=
chender Quantität zugesetzt wird, die Substanz auflöst, welche die kleinen Körnchen verbindet, worauf diese sich von selbst oder durch leichten Druck zerstreuen. Es sind aber die Colostrumkörperchen

1 0,0006—0,0096‴ Harting. 0,005—0,01‴ Nasse.

2 a. a. O. p. 23.

3 Donné, Müll. Arch. 1839. S. 183.

nicht, wie man wohl vermuthen möchte, Zellen mit körnigem In-
halte, sondern wirklich Haufen oder Aggregate von Körnchen, nicht
in einer Schale eingeschlossen, sondern in einer formlosen Subst[anz]
agglomerirt. Güterbock glaubt einmal bemerkt zu haben, [daß]
nach Beimischung von Aether die Körnchen der Colostrumkörperch[en]
sich auflösten und ein sehr durchsichtiges Häutchen zurückließen. [Von]
den oben erwähnten Conglomeraten der Milchkügelchen sind sie [durch]
ihre regelmäßige Form und die Kleinheit der Körnchen zu un[ter]-
scheiden, nach Güterbock unterscheiden sie sich ferner dadurch, [daß]
sich die Conglomerate der Milchkügelchen durch Druck trennen [las]-
sen, die Colostrumkörperchen nicht, und daß diese von Jod ge[färbt]
werden, wogegen die Haufen der Milchkügelchen nicht reagiren. [In]-
dessen kommen auch so regelmäßig runde oder ovale Haufen [von]
Milchkügelchen und andrerseits Colostrumkörperchen mit ei[ner sol]-
chen Menge größerer eingeschlossener Fetttröpfchen vor (vgl. Fig.
C und D), daß man den Gedanken an einen Uebergang [zwischen]
beiden nicht ganz abweisen kann.

Die Milchkügelchen des Colostrum sind nach Donné[1] nicht [gut]
gebildet, unregelmäßig und von ungleicher Größe, einige sollen [kleinen]
Oeltropfen gleichen, der größte Theil derselben aber sehr klein[...]
und eine Art Staub in der Flüssigkeit bilden; die meisten [kom]-
men nicht frei, sondern zu Haufen verbunden. H. Nasse [stimmt]
ihm bei. Ich fand im Colostrum keine stärkeren Differenz[en der]
Größe, als in der Milch, auch kommen die haufenweis verbundenen
Milchkügelchen, wie erwähnt, nicht blos im Colostrum vor, [doch]
scheinen sie in demselben häufiger zu seyn, als in der [Milch].
Donné ist der Meinung, daß die Colostrumkörperchen [am ...]
20sten Tage nach der Geburt aus der Milch verschwinden; [ich]
fand sie bis zum 8ten, so auch F. Simon und H. Nasse[2]; [doch]
fehlten sie zuweilen schon früher, nach d'Outrepont erhalten [sie]
sich in der Regel nicht über den 3ten Tag. Während der [Men]-
struation kehrten sie wieder, Donné[3] sah sie auch in spätern [Pe]-
rioden, wenn die Milchsecretion durch Krankheit alterirt war[...];
will daran gesunde und schlechte Milch unterscheiden[4].

1 a. a. O. p. 21.
2 Busch, Ztschr. X, 1.
3 a. a. O. p. 33.
4 Zuerst beschrieb Leeuwenhoek (Opp. III, 113) die Milchk[ügelchen ...]
sie seyen 1/6 so groß, als Blutkörperchen, öfters zu 2, 3 und 4 [...]

Es läßt sich aus den mitgetheilten Thatsachen schließen, daß
Milch während der letzten Zeit der Schwangerschaft und der

..ngend, auf der Oberfläche schwämmen viele von verschiedener Größe, welche
..s Fett oder die Butter zu enthalten schienen. Hewson (*Exp. inq. I, 142)*
..gleicht sie den Kügelchen des milchigen Serum, Treviranus (Verm. Schr.
121) hält sie für Fettkügelchen, E. H. Weber (Hildebr. Anat. I, 162)
..muthet, sie seyen aus Käse und Fett zusammengesetzt, und Raspail (*Chim.*
.. *II, 181)* will mittelst des Mikroskopes beobachtet haben, daß sie eine
..uminöse, durchsichtige, nicht granulirte Hülle besitzen. Er erklärt die Kü-
..chen zum Theil für Eiweiß-, zum Theil für Fettkügelchen. Donné (*Du*
.. *1837. p. 11)* widerlegte dies damit, daß sie in Aether alle verschwinden.
.. hält sie für organisirt, weil sie sich allmählig entwickeln, eine ziemlich con-
..te Größe haben, nicht zusammenfließen, aber eine äußere Membran konnte
..nicht wahrnehmen und hält es für wahrscheinlicher, daß sie eine zellige
..undlage haben. Durch die oben angeführten Versuche, welche ich in Fror.
.. Not. Nr. 223 mittheilte, und durch die erwähnte Beobachtung von F. Si-
..n halte ich die Existenz einer membranösen Hülle für bewiesen. Fuchs
..rlt und Hertwig Mag. VII, 2) hat indessen meine Versuche wieder-
.. und bestätigt. H. Nasse (Müll. Arch. 1840. S. 260) unterscheidet
.. und Rahmkügelchen. Die letzteren sollen sich durch ihre Undurchsichtigkeit
ihr facettirtes Aussehen auszeichnen, sie entstehen erst außerhalb der Brust-
..e und zwar durch Umwandlung der Milchkügelchen, in Folge des Luftzu-
..es wie Nasse meint, meiner Ansicht nach in Folge der Abkühlung und
..arrung des Fettes.

Donné (*p. 17)* glaubt, daß neben den Milchkügelchen eine geringe Quan-
von Fett in der Milch aufgelöst sey, weil Aether die Gegenwart von
in der filtrirten Milch anzeige. Er giebt aber selbst zu, daß eine Quan-
Kügelchen durch das Filtrum gehe, und die Behauptung, daß diese nicht
Verhältniß stehe zu dem zurückbleibenden Fett, scheint mir sehr gewagt.

Die Colostrumkörperchen wurden von Donné entdeckt (a. a. O. *p. 22)*
Corps granuleux genannt. Er vergleicht sie Anhäufungen von einer
..e kleiner, in einer durchsichtigen Schale eingeschlossener Körnchen, im
..elpunkte derselben befinde sich oft ein Kügelchen, welches einem wahren
..kügelchen gleiche. Er nimmt an, sie seyen aus Fett und einer eigenthüm-
.. schleimigen Materie gebildet. F. Simon (Müll. Arch. 1839. S. 11)
..tt ihre Existenz und suchte Donné's Irrthum auf eine wenig plausible
zu erklären. Nachdem Donné selbst (ebendas. *p. 182)*, Güterbock
das. S. 184) und ich (a. a. O.) uns der *Corps granuleux* angenommen
..n, beeilte er sich, seine Einwürfe zu widerrufen (Müll. Arch. 1839. S.
Güterbock hält sie für Zellen, welche mit kleinen, den Kernen der
..kügelchen ähnlichen Kügelchen angefüllt seyen. Ihr Verhalten gegen Es-
..re spricht dagegen, indeß bestreitet Nasse die Löslichkeit des Bindemittels
..igsäure. Mandl (ebendas. S. 250) glaubt, daß sie durch zufälliges An-
..erkleben kleinerer Kügelchen entstehen, und führt zum Beweis an, daß
..t größere Milchkügelchen einschließen.

ersten Zeit des Wochenbettes eine gewisse Reihe von Metamorphosen durchläuft, aber welches der Gang der Entwickelung, insbesondere der Milchkügelchen sey, dies zu bestimmen, reichen die Beobachtungen nicht hin. H. Nasse, der in den Bläschen der Brustdrüse und neben den Colostrumkörperchen in der Milch Schüppchen mit aufsitzenden Fettpartikelchen von der Größe der Epidermiszellen sah, erinnert an die häufig beobachtete Entwickelung von Fettkügelchen in Zellen und spricht die Vermuthung aus, daß die Milchkügelchen anfangs in Hüllen eingeschlossen seyn möchten, die später zergehen. Man kann dafür noch anführen, daß die Brustdrüse, bevor die Milchabsonderung sich entwickelt, Schleimkörperchen enthält. Die Milchkügelchen würden sich alsdann nach demselben Typus bilden, den ich für die Fettbläschen anderer fetthaltiger Secrete, z. B. des Ohrenschmalzes, nachgewiesen habe. Die dichteren und regelmäßigeren Conglomerate der Milchkügelchen, wie in Fig. 21 *D*, wären dann als völlig gereifte, dem Zerfallen nahe Colostrumkörperchen zu betrachten, wodurch die Möglichkeit des Aneinanderklebens von vorher isolirten Milchkügelchen nicht ausgeschlossen werden soll. Aber damit diese Vermuthung zur Gewißheit werde, ist Eins nöthig, nämlich an den minder fetthaltigen Colostrumkörperchen den Cytoblasten aufzufinden. Nasse erwähnt desselben nicht, ich habe trotz aller Mühe nie einen unzweifelhaften Kern gesehen; die größeren Fettkügelchen, die man allenfalls für umgewandelte Zellenkerne halten könnte, sind oft doppelt, drei- und mehrfach in einem Körperchen vorhanden. So bleibt es noch unentschieden, ob die in Essigsäure lösliche Grundlage der Colostrumkörperchen die Bedeutung einer Zelle habe, oder ob in der Milch, wie im Chylus, die kleineren und größeren Elementarkörnchen oder Fettbläschen isolirt entstehen und sich erst später zusammenfügen.

Wir haben es bis zu dieser Stelle verschoben, die mikroskopi-

Ich kann Donné nicht beistimmen, wenn er Schleimkörperchen als constanten und charakteristischen Bestandtheil des Colostrum ansieht (*p. 23*). Ich habe deren niemals gesehen, will aber nicht leugnen, daß sie zufällig vorkommen können, da sie vor der Entwickelung der Milch in der Brustdrüse enthalten sind. Wäre eine größere Menge derselben dem Colostrum oder der Milch beigemischt, so dürfte man auf Entzündung oder Absceßbildung im Innern der Brustdrüse schließen.

Abbildungen der Milchkügelchen bei Donné *Du lait. fig. 1*, Mandl Müll. Arch. 1839. Taf. X. Fig. 4 und Gerber, Allg. Anat. Taf. I. Fig. 22, der Colostrumkörperchen bei Donné und Mandl, a. a. O. Fig. 5.

chen Elemente der Zeugungsflüssigkeiten im Zusammenhange abzu-
andeln, deshalb hauptsächlich, weil die reifen Formen derselben,
vie sie ausgeleert werden, zugänglicher und genauer gekannt sind,
ls die im Innern der Drüse verborgenen früheren Entwickelungs-
tufen. Die Untersuchungen gingen von dem fertigen Object aus
nd bemüheten sich dann, erst in der neuesten Zeit, es zu seinem
rsprunge rückwärts zu verfolgen. Diesen Gang wollen wir bei-
ehalten und mit dem Samen beginnen.

Der männliche Same fast aller bekannten Thiere, in wel-
hen man Samen unterscheiden kann, wimmelt von fadenförmigen,
rei beweglichen Körperchen, die man Samenthierchen, Spermato-
oen genannt, und unter diesem Namen sogar in zoologischen Sy-
temen als eine besondere Art von Infusorien oder Embryonen auf-
efführt hat. Mit Kölliker nenne ich sie Samenfaden, um
adurch sogleich entschieden auszusprechen, daß ich sie nicht für selbst-
tändig belebte und zufällige Bewohner des Samens, sondern für
ine Art von Elementartheilen des Organismus halte, in welchem
ie sich bilden[1].

Die Samenfaden des Menschen (Taf. V. Fig. 24. A. B.)
estehen aus einem dunkleren, bei gewisser Beleuchtung gelblichen,

1 Die Entdeckung der Samenfaden betreffend findet sich bei Leeuwen-
oek (Opp. IV. 57) folgende Stelle: „*N. Hartsoeker, Proeven der
Doorsichtkunde s. Specimina dioptrices. p. 223* sagt, daß er die
Samenthierchen 1678 in Ephemer. triges. erudit. in Paris bekannt
emacht habe. Ich schreibe die Entdeckung dem Herrn Hamm zu.
Er brachte mir 1677 Materie von einem Tripperkranken, in welcher er Thier-
chen mit Schwänzen gefunden, die durch Fäulniß entstanden seyn sollten. Sie
ebten nur 24 Stunden. Ich untersuchte danach frischen menschlichen Samen
nd fand dieselben. Sie waren nur in der flüssigen Materie, lagen in der
icken unbeweglich. Sie waren kleiner als Blutkörperchen, rundlich, vorn
umpf, hinten spitz, der Schwanz 5—6mal so lang als der Körper." Leeu-
enhoek's Beschreibung erschien zuerst in den *Philos. transact. 1677. Decbr.
678. Jan. Febr.* Uebrigens verweise ich diejenigen, welche sich für das Hi-
orische interessiren, auf Ehrenberg's ausführliche Darstellung (Infusionsth.
S. 465). Die neueren Arbeiten beginnen mit Prévost und Dumas, *Ann.
es sc. nat. I (1824). p. 1. 167. 274)*, welche eine planmäßige Reihe von
ntersuchungen durch eine große Menge von Thieren unternahmen, und Czer-
ak (Beitr. zur Lehre v. d. Spermatozoen. Wien 1833), welcher versuchte,
e Samenfaden zoologisch zu classificiren. Die zahlreichen der neuesten Zeit
ngehörenden Bearbeitungen dieses Gegenstandes werden wir im Verlaufe der
lgenden Darstellung anzuführen haben.

breiteren und etwas abgeplatteten Theile, welchen man Kopf, Kör-
per oder Scheibe nennt (Fig. 24, B. a) und aus einem langen,
cylindrischen Anhange, dem Schwanze (b), welcher durch eine Ein-
schnürung vom Kopfe abgesetzt ist. Der Kopf ist von der Fläche
betrachtet birnförmig, die Spitze, zuweilen etwas quer abgestutzt,
ist nach vorn gerichtet, auf der Kante stehend nimmt er sich wie
ein kurzes, vorn und hinten zugespitztes Stäbchen aus. Er ist
0,0019—0,0025‴ lang, am breitesten Theile 0,0007—0,0013‴
breit und etwa ⅕ bis ½ so dick, als breit. Der Schwanz hat
eine Länge von 0,0018—0,020‴, ist an der Basis ungefähr ⅓
so breit, als der Körper, wird aber bald dünner und endet in eine
unendlich feine Spitze, die man nur dann mit Sicherheit sieht, wenn
der Faden mit der Schwanzspitze festsitzt und mit dem übrigen
Theile sich hin und her schwingt[1]. R. Wagner[2] beobachtete, daß
die Samenfaden bei verschiedenen Individuen öfters von verschiede-
ner Größe gefunden werden, obgleich sie in demselben Körper eine
sehr constante Größe haben. In einem Körper waren sie rundlich,
0,0012‴ und darunter lang, in einem anderen alle 0,0020‴. Bei-
des waren dem Anscheine nach kräftige Individuen. Lallemand[3]
macht dieselbe Bemerkung, er findet sie zuweilen um ¼ oder ⅓
kleiner, als sie in der Regel sind, allein er hält die kleineren For-
men für mangelhaft entwickelte, die immer bei verminderter Potenz,
in dünnerem Samen zugleich in geringerer Anzahl vorkämen, sich
weniger lebhaft bewegen, und bald absterben. Der Kopf der mensch-
lichen Samenfaden scheint ein kleineres, bald dunkleres, bald helle-
res Kügelchen einzuschließen (Fig. 24, B. c); es ist dies, wie ich
glaube, nur ein Schein, der daher rührt, daß er napfförmig
ausgehöhlt ist, gleich den Blutkörperchen der Säugethiere; da
er kleiner ist und also bei noch stärkeren Vergrößerungen
untersucht werden muß, als diese, so ist noch leichter die

[1] Ganze Länge 0,0228‴ Lampferhoff. Der Kopf 0,0016—0,0018‴
lang, 0,0012‴ breit, 0,0009‴ dick, der Schwanz 0,0037—0,0062‴ lang
Krause. Der Kopf 0,0024‴ lang, 0,0015‴ breit, 0,0007‴ dick, der
Schwanz an der Basis 0,0004‴ dick, ganze Länge (mit dem Kopfe) 0,0019—
0,021‴ Dujardin. Länge des Kopfes 0,0012—0,0016‴, des ganzen Fa-
dens 0,020—0,22‴ R. Wagner.

[2] Physiol. S. 13.

[3] *Ann. des sc. nat. 2e sér. XV. 45.*

Täuschung möglich, welche in Betreff der Blutkörperchen so lange geherrscht hat[1]. Uebrigens scheint er mir ganz homogen und ohne eine Spur innerer Organisation[2]. An der Spitze des

1 Schon Prévost und Dumas (*Ann. des sc. nat. T. I. p. 168. 169. Pl. I. fig. 3. IX. fig. 3. X. fig. 3. XI. fig. 4*) beobachteten einen centralen hellen Fleck in der Scheibe vieler Arten von Samenfaden. Schwann und ich (Müll. Arch. 1835. S. 587) fanden ihn beim Menschen und erklärten ihn für ein der Sauggrube der Distomen und Cercarien ähnliches Organ. Ich meines Theils kam davon bald zurück, wie Wiegmann (Arch. 1837. II, 134) bezeugte, und darf daher Ehrenberg die Priorität dieser Entdeckung, die er in Anspruch nimmt (Infusorien. S. 468), nicht streitig machen. R. Wagner (Icon. physiol. Taf. I. fig. I. c c. fig. III. 4 a) bildet die Depression vom Menschen und Hunde als einen kreisförmigen Fleck ab, J. Müller (Physiol. II, 635) glaubt, daß sich dieser Fleck wie der Kern zu einer Zelle verhalten möge. Lallemand (a. a. O. *p. 92*) will sogar die Präexistenz desselben bewiesen haben; um ihn lege sich die Masse des Körpers, wie das Ei um das Keimbläschen. Mit meiner jetzigen Deutung stimmt Dujardin überein (*Ann. des sc. nat. 2e sér. VIII, 293*), welcher sagt: *La différence d'épaisseur du disque, en produisant sur la lumière un effet de réfraction, a fait croire à l'existence d'un suçoir d'une ventouse ou même d'un système d'organes intérieurs.*

2 Dies gilt nicht nur von den kleinen Samenfaden des Menschen, sondern auch von den viel größeren mancher Säugethiere, namentlich des Kaninchens, Meerschweinchens, der Ratte u. a, deren Kopf 0,003—0,005‴ Länge hat, an welchen man daher innere Organe, wenn sie existirten, leichter wahrnehmen müßte. Zufällige Streifen, Unebenheiten der Oberfläche, innere oder anhängende Kügelchen können mancherlei Zeichnungen an der Oberfläche hervorbringen, die aber nicht constant sind und als Oeffnungen oder Contouren durchscheinender Organe nur dann genommen werden dürften, wenn man, wie ich selbst früher gethan, von der Vergleichung der Samenfaden mit bekannten Thierformen ausgeht. An den Samenfaden des Widders gab bereits Leeuwenhoek einmal zwei helle Flecke (Opp. IV, 284. fig. 2), einmal eine Menge von Pünktchen im Innern (fig. 3), ein andermal (fig. 5) zwei halbmondförmige durch einen Längsstrich verbundene Streifen an, und in dem Körper der Samenfaden vom Kaninchen (I, b. p. 168) zeichnet er eine Anzahl kleiner Kügelchen und ein größeres in der Nähe des Schwanzes. Valentin verglich dergleichen Flecke am menschlichen Samenthierchen mit den leeren Magen polygastrischer Infusorien (Repert. I, 33). Neuerdings haben Valentin (N. A. Nat. Cur. XIX. P. 1. p. 237) an den Samenfaden des Bären und mit ihm sehr übereinstimmend Gerber (Allg. Anat. S. 210) an den Samenfaden des Meerschweinchens Spuren innerer Organisation beschrieben. „An beiden Enden des Längendurchmessers", sagt Valentin, „sah man zwei dunkle, kreisförmige Flecke, die in ihrem Centrum sehr dunkel waren und immer heller wurden, je mehr sie sich ihrer Peripherie näherten. Zwischen beiden be-

Kopfes bemerkte Wagner[1], aber durchaus nicht constant, ein klei-
nes Knötchen[2].

Der Schwanz scheint unmittelbar am hinteren Rande des Kör-
pers zu sitzen[3] und liegt in der Regel mit der Längenaxe des Kör-
pers in einer Flucht; ein paarmal sah ich jedoch bei frischen und
lebhaft sich bewegenden Samenfaden den Körper mit dem Schwanz
einen rechten Winkel bilden. Die Verbindungsstelle des Schwanzes
mit dem Körper und der Anfang des ersteren ist zuweilen von ei-
ner hellen, schwachkörnigen Substanz umgeben, welche ein rundes
oder ovales, mitunter ganz unregelmäßiges Knötchen bildet, mei-
stens länger und breiter, als der Körper; ich sah es auch als eine
helle Scheibe, wie das Stichblatt eines Stoßrapiers, wenn man
sich den Körper des Samenfadens als Griff, den Schwanz als
Klinge denken wollte. Dujardin[4] bezeichnet dieselbe Substanz
als Lappen, welche der Basis des Schwanzes anhingen und zu-
weilen symmetrische Anhänge oder eine unregelmäßige Hülle darstel-
len, die sich von dem Körper zurückgezogen hätte[5]. R. Wagner

fanden sich eine Menge ganz heller Blasen, welche in ihrem Innern durchsich-
tig und so fein begrenzt waren, daß sie nur bei einer gewissen Modification
sowohl bei Lampen- als Tageslicht wahrgenommen werden konnten. Vielleicht
dürfte als Vermuthung aufzustellen seyn, daß die inneren Blasen entweder als
Magenblasen, oder was am wahrscheinlichsten ist, als die mikroskopische Dar-
stellung eines inneren gewundenen Darmcanales zu deuten seyen, dessen Bie-
gungsstellen, von oben gesehen, als Ringe erscheinen müssen. Der vordere runde
Kreis wäre als Mund-, der hintere als Afteröffnung zu deuten." Außerdem
hat Gerber noch die Geschlechtstheile als zwei abgerundete, feinkörnige Or-
gane im hinteren Drittel aufgefunden. R. Wagner, v. Siebold und Köl-
liker halten den Kopf der Samenfaden für homogen.

1 Physiol. S. 15. Icon. phys. Taf. I. fig. I. d.

2 Bei den Samenfaden von Rhinolophus (fig. III, 2. b, c) war es
deutlicher und regelmäßiger, wie ein spitzer Stachel, doch auch nicht constant;
und, wie es in der Anmerkung heißt, nie so deutlich, daß nicht Zweifel darüber
obwalteten.

3 Bei einigen Säugethieren (Maus, Hypudaeus) ist der Schwanz in die
Mitte des napfförmig vertieften Körpers eingesenkt. Dujardin, a. a. O.
Pl. IX. fig. 9. Wagner, a. a. O. Taf. I. Fig. III, 8.

4 a. a. O. *p. 292 Pl. IX. fig. 6. c. d d'.*

5 Die Samenfaden des Meerschweinchens besitzen nach Dujardin eine
vollständige, gallertartige Hülle des Körpers, die sich in Ammoniak auflöst und
in Wasser allmählig wie ein Sack von dem Körper abhebt. Durch Druck kann
man sie trennen, nach dem Tode fällt sie zusammen, zieht sich über den Kör-

beobachtete sie ebenfalls, hält sie aber für Folge eingetretener Veränderungen, z. B. nach längerem Aufenthalte im Harn bei gleichzeitiger Anwesenheit eiterartiger Sedimente[1]. Ich muß dagegen nur bemerken, daß ich Samenfaden von gewöhnlicher Form, wenn sie noch so lange standen, sich nicht in die beschriebene Form umwandeln sah[2]. Kleine dunkle Körnchen an unbestimmten Stellen des Schwanzes sind nicht selten, entweder zufällig äußerlich anhaftende oder scheinbare, durch Windungen des Schwanzes entstandene dunkle Punkte.

Bekanntlich ist der Samen unmittelbar nach der Ausleerung gallertartig und wird erst nach einiger Zeit flüssig. Ich habe (S. 56) wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die gallertartige Beschaffenheit von Faserstoff herrühre, der allmählig in Flocken gerinne und sich von dem Serum scheide. Man findet solche Faserstoffflocken und Stränge in dem flüssig gewordenen Samen und zwar nicht blos nach der Ejaculation, sondern auch dann, wenn man ihn aus dem Vas deferens frisch getödteter Thiere nimmt. Ehe diese Flocken abgesetzt worden, sind die Samenfaden entweder ruhig, oder ihre Bewegungen sind träge, bloße Oscillationen, selten verläßt einer seine Stelle. Wenn sich aber die Flüssigkeit in Gerinnsel und Serum geschieden hat, so beginnen lebhaftere Ortsbewegungen. Ein Theil der Samenfaden wird in die Faserstoffstränge verwickelt, sie bleiben entweder ruhig oder wiegen sich an der Oberfläche hin und her oder krümmen sich langsam zusammen und schießen dann plötzlich hervor, offenbar um sich los zu machen. Man sieht solche Flocken ringsum von Samenfaden dicht besetzt; auch an anderen, zufällig in der Flüssigkeit suspendirten Körpern, z. B. Epitheliumplättchen, setzen sie sich fest. Die freien Samenfaden fließen anfangs mit zuckenden Bewegungen durch die engen Gassen zwischen den Gerinnseln durch, in dem Maaße, wie die Flüssigkeit zunimmt, werden ihre Bewegungen freier, selbstständiger. Wenn nichts sie hindert, so wenden

er zurück und verläßt ihn zuletzt völlig. Mit dem Sacke hat der Körper dieser Samenfaden 0,0052‴, nackt 0,0032‴ Durchmesser.

1 a. a. O. S. 13.

2 Als seltene Bildungsabweichungen erwähnt Wagner (ebendas.) einen nach hinten gabelförmig getheilten Schwanz oder einen einfachen Schwanz mit doppeltem Körper. Wie leicht indeß hier Täuschungen möglich sind, wenn zwei Fäden sich theilweise decken oder wenn ein kopfloser Schwanz sich an einen anderen anlegt, leuchtet von selbst ein.

ersten Zeit des Wochenbettes eine gewisse Reihe von Metamorphosen durchläuft, aber welches der Gang der Entwickelung, insbesondere der Milchkügelchen sey, dies zu bestimmen, reichen die Beobachtungen nicht hin. H. Nasse, der in den Bläschen der Brustdrüse und neben den Colostrumkörperchen in der Milch Schüppchen mit aufsitzenden Fettpartikelchen von der Größe der Epidermiszellen sah, erinnert an die häufig beobachtete Entwickelung von Fettkügelchen in Zellen und spricht die Vermuthung aus, daß die Milchkügelchen anfangs in Hüllen eingeschlossen seyn möchten, die später zergehen. Man kann dafür noch anführen, daß die Brustdrüse, bevor die Milchabsonderung sich entwickelt, Schleimkörperchen enthält. Die Milchkügelchen würden sich alsdann nach demselben Typus bilden, den ich für die Fettbläschen anderer fetthaltiger Secrete, z. B. des Ohrenschmalzes, nachgewiesen habe. Die dichteren und regelmäßigeren Conglomerate der Milchkügelchen, wie in Fig. 21 D, wären dann als völlig gereifte, dem Zerfallen nahe Colostrumkörperchen zu betrachten, wodurch die Möglichkeit des Aneinanderklebens der vorher isolirten Milchkügelchen nicht ausgeschlossen werden. Aber damit diese Vermuthung zur Gewißheit werde, ist Eins nöthig, nämlich an den minder fetthaltigen Colostrumkörperchen die Cytoblasten aufzufinden. Nasse erwähnt desselben nicht, ich habe trotz aller Mühe nie einen unzweifelhaften Kern gesehen; die größeren Fettkügelchen, die man allenfalls für umgewandelte Zellenkerne halten könnte, sind oft doppelt, drei- und mehrfach in einem Körperchen vorhanden. So bleibt es noch unentschieden, ob die in Essigsäure lösliche Grundlage der Colostrumkörperchen die Bedeutung einer Zelle habe, oder ob in der Milch, wie im Chylus die kleineren und größeren Elementarkörnchen oder Fettbläschen isolirt entstehen und sich erst später zusammenfügen.

Wir haben es bis zu dieser Stelle verschoben, die mikroskopi-

Ich kann Donné nicht beistimmen, wenn er Schleimkörperchen als constanten und charakteristischen Bestandtheil des Colostrum ansieht (*p. 23*). Ich habe deren niemals gesehen, will aber nicht leugnen, daß sie zufällig vorkommen können, da sie vor der Entwickelung der Milch in der Brustdrüse enthalten sind. Wäre eine größere Menge derselben dem Colostrum oder der Milch beigemischt, so dürfte man auf Entzündung oder Abscessbildung im Innern der Brustdrüse schließen.

Abbildungen der Milchkügelchen bei Donné *Du lait. fig. 1*, Mandl Müll. Arch. 1839. Taf. X. Fig. 4 und Gerber, Allg. Anat. Taf. I. Fig. 22, der Colostrumkörperchen bei Donné und Mandl, a. a. O. Fig. 5.

chen Elemente der Zeugungsflüssigkeiten im Zusammenhange abzu-
handeln, deshalb hauptsächlich, weil die reifen Formen derselben,
wie sie ausgeleert werden, zugänglicher und genauer gekannt sind,
als die im Innern der Drüse verborgenen früheren Entwickelungs-
stufen. Die Untersuchungen gingen von dem fertigen Object aus
und bemüheten sich dann, erst in der neuesten Zeit, es zu seinem
Ursprunge rückwärts zu verfolgen. Diesen Gang wollen wir bei-
behalten und mit dem Samen beginnen.

Der männliche Same fast aller bekannten Thiere, in wel-
chen man Samen unterscheiden kann, wimmelt von fadenförmigen,
frei beweglichen Körperchen, die man Samenthierchen, Spermato-
zoen genannt, und unter diesem Namen sogar in zoologischen Sy-
stemen als eine besondere Art von Infusorien oder Embryonen auf-
geführt hat. Mit Kölliker nenne ich sie Samenfaden, um
dadurch sogleich entschieden auszusprechen, daß ich sie nicht für selbst-
ständig belebte und zufällige Bewohner des Samens, sondern für
eine Art von Elementartheilen des Organismus halte, in welchem
sie sich bilden[1].

Die Samenfaden des Menschen (Taf. V. Fig. 24. A. B.)
bestehen aus einem dunkleren, bei gewisser Beleuchtung gelblichen,

[1] Die Entdeckung der Samenfaden betreffend findet sich bei Leeuwen-
hoek (Opp. IV. 57) folgende Stelle: „*N. Hartsoeker, Proeven der
Doorsichtkunde s. Specimina dioptrices. p. 223* sagt, daß er die
Samenthierchen 1678 in Ephemer. triges. erudit. in Paris bekannt
gemacht habe. Ich schreibe die Entdeckung dem Herrn Hamm zu.
Er brachte mir 1677 Materie von einem Tripperkranken, in welcher er Thier-
chen mit Schwänzen gefunden, die durch Fäulniß entstanden seyn sollten. Sie
lebten nur 24 Stunden. Ich untersuchte danach frischen menschlichen Samen
und fand dieselben. Sie waren nur in der flüssigen Materie, lagen in der
dicken unbeweglich. Sie waren kleiner als Blutkörperchen, rundlich, vorn
stumpf, hinten spitz, der Schwanz 5—6mal so lang als der Körper." Leeu-
wenhoek's Beschreibung erschien zuerst in den *Philos. transact. 1677. Decbr.
1678. Jan. Febr.* Uebrigens verweise ich diejenigen, welche sich für das Hi-
storische interessiren, auf Ehrenberg's ausführliche Darstellung (Infusionsth.
S. 465). Die neueren Arbeiten beginnen mit Prévost und Dumas, *Ann.
des sc. nat. I (1824). p. 1. 167. 274)*, welche eine planmäßige Reihe von
Untersuchungen durch eine große Menge von Thieren unternahmen, und Czer-
mak (Beitr. zur Lehre v. d. Spermatozoen. Wien 1833), welcher versuchte,
die Samenfaden zoologisch zu classificiren. Die zahlreichen der neuesten Zeit
angehörenden Bearbeitungen dieses Gegenstandes werden wir im Verlaufe der
folgenden Darstellung anzuführen haben.

Diese Veränderungen erleiden die Samenfaden nur in Wasser und in Flüssigkeiten, welche durch ihren Wassergehalt schädlich wirken. Nach anderen Todesarten und nach dem natürlichen Tode bleiben sie gerade ausgestreckt. Mit Recht nennt daher v. Siebold die Bewegungen des Einrollens und Oesenbildens hygroskopisch; sie sind Folge der Einsaugung des Wassers und es folgt daraus a priori, daß die schädlichen Wirkungen des Wassers ausbleiben, wenn es indifferente Stoffe in hinreichender Menge gelöst enthält, und daß in organischen Flüssigkeiten von wechselnder Concentration, wie Urin, Speichel, Galle, die Samenfaden bald sterben und bald nicht[1]. Sie werden getödtet von verdünnten Säuren und Alkalien, von den letzteren schneller, und Donné ist der Meinung, daß der alkalische Schleim, der in den weiblichen Genitalien bei Congestion und Irritation statt des normalen, schwach sauren Secretes gefunden werde, die Samenfaden tödte und eine Ursache der Unfruchtbarkeit seyn könne[2]. Galvanismus greift sie nicht an, außer durch die am positiven Pol frei werdende Säure[3]. Sie sterben rasch von Weingeist, Opiumlösung (Lampferhoff), Kirschlorberwasser und Strychnin (Wagner). Es dauert lange, ehe sie durch Fäulniß zerstört werden. Donné konnte sie sogar noch nach drei Monaten in faulendem Urin erkennen. Vorsichtig geglüht hinterlassen sie eine Asche von der Form des Körpers (Valentin)[4].

1 Donné (*Nouv. exp. p. 7*) behauptet, daß sie in Speichel und Urin sterben, Valentin stimmt ihm in Betreff des Speichels bei (N. A. Nat. Cur. XIX. P. 1. p. 239), Wagner (Physiol. S. 19) fand das Gegentheil. In Blut, Milch, Eiter und Schleim leben sie lange (Donné), Zucker- und schwaches Salzwasser bringen geringere Effecte als Wasser hervor oder gar keine (Wagner) je nach der Concentration. Lampferhoff sah sie in Salzlösungen sterben, nicht im Speichel.

2 a. a. O. *p. 11.*

3 Prévost und Dumas, Meck. Arch. 1823. S. 465.

4 Die Samenfaden aller Thiere verhalten sich ziemlich gleich gegen die angeführten Reagentien. Wunderbarer Weise werden selbst die Samenfaden der Fische von Wasser, wenn auch vielleicht etwas langsamer, auf die angegebene Weise verändert, beim Trocknen zerfließen sie gleich manchen niederen Infusorien, werden breiter und nehmen mancherlei unregelmäßige Gestalten an (Dujardin, a. a. O. *p. 300*). Die Samenfaden von Planorbis werden nach Kölliker von Strychninlösung nicht getödtet (Beitr. S. 68).

So interessant die Vergleichung der mannichfaltigen Formen von Samenfaden in der Thierreihe ist, so muß ich mich doch hier darauf beschränken, auf

Außer den Samenfaden darf man erwarten, im ausgeleerten Sa-
men Schleimkörperchen aus der Prostata und den Cowper'schen Drü-

[em], was die Untersuchungen hierüber ergeben haben, nur die physiologisch
[w]ichtigen Resultate auszuheben. Das wichtigste ist, daß die beweglichen Faden
[so] allgemein im fruchtbaren Samen bei Thieren und wie es scheint auch bei
[P]flanzen vorkommen. Von den Thieren werden sie allein noch in der Classe
[d]er Infusorien vermißt, selbst bei den, den Räderthierchen nahe stehenden
[A]rctiscon hat sie kürzlich Doyère aufgefunden (*Ann. des sc. nat. 2e sér. XIV. 354*). Interessant ist ferner die durch alle Thierclassen (und selbst durch
[d]ie Pflanzen) herrschende lineare Form der Elemente des Samens; sie sind ent-
[w]eder vollkommen haarförmig, an beiden Enden zugespitzt oder an einem, dem
[v]orderen Ende mit einer Anschwellung, einer Art von Körper versehen, der
[g]egen den haarförmigen Theil (Schwanz) immer nur kurz ist; der Körper ist
[e]ine längliche oder ovale Verdickung des Fadens (Eidechsen, Schlangen), wel-
[l]enförmig oder spiralig gebogen (Vögel), oder er ist deutlich abgesetzt, wie bei
[d]en Säugethieren und Fischen. Eine Ausnahme machen allein die Krebse, in-
sofern die Elemente, die man in ihren Hoden findet, weder fadenförmig, noch
beweglich sind. Ihre Grundform ist eine Scheibe, von deren Rande zwei oder
mehrere Strahlen ausgehen (Henle, Müll. Arch. 1835. S. 603. v. Sie-
bold, ebendas. 1836. S. 26. Valentin, Repert. 1837. S. 39. Kölli-
ker, Beitr. S. 7—14). Bei Mysis sah indessen v. Siebold (Müll.
Arch. 1837. S. 433) haarförmige Samenfaden. Lallemand (*Ann. des sc. nat. 2e sér. XV. 80*) berichtet, bei einer gemeinen, im Coitus begriffenen
Krabbe dünne Kapseln gefunden zu haben, deren jede 80—100 sehr kleine,
birnförmige Samenthierchen enthielt, die in ihrer Hülle ganz unbeweglich la-
gen und nachdem dieselbe gerissen war, sich erst langsam und dann schneller
bewegten. Diese Samenkapseln, die ganz einfach seyn sollen, hält er für iden-
tisch mit den strahlentragenden Scheiben anderer Crustaceen und nennt auch
diese „Kapseln", ohne darin Samenthierchen gesehen zu haben. Mißtrauisch ge-
gen Lallemand's Angaben, so willkommen sie sonst wären, macht mich
1. seine Behauptung, daß in den Anfängen der Samencanälchen noch keine
Kapseln, sondern freie Samenthierchen lägen, was entschieden unrichtig ist, und
2. daß nach Kölliker die strahlentragenden Scheiben selbst wieder haufenweise
in Kapseln eingeschlossen sind. Vielleicht waren es diese, die Lallemand
bei der Krabbe sah. Auf die Kapseln der Samenfaden muß ich später noch-
mals zurückkommen.

Ohne daß die verschiedenen Formen der Samenfaden streng an verschiedene
Thierclassen vertheilt wären, herrscht doch meistens eine bestimmte Form durch
eine Classe oder Ordnung, und wieder kommen innerhalb dieser Hauptform ge-
ringe, aber constante Verschiedenheiten selbst bei den zunächst verwandten Ar-
ten vor.

Ein Factum von der höchsten physiologischen Bedeutung ist endlich die
von Wagner beobachtete Verkrüppelung der Samenfaden bei Vogelbastarden.

Von der schon ziemlich ausgedehnten neueren Literatur über den vorliegen-

sen zu finden, ihre Menge ist aber im Verhältniß äußerst gering; und man kann viele Tropfen durchsuchen, ehe man eins findet, ja ehe man überhaupt etwas Anderes findet, als Samenfaden und die kleinen Rhomboeder von phosphorsaurem Kalke, welche sich zugleich bei beginnender Verdunstung bilden. Krause[1] sah neben den Samenfaden ebenfalls nur wenige, rundliche Körnchen von 0,0018—0,0030''', R. Wagner dagegen[2] schildert als constanten Bestandtheil des Samens die Samenkörnchen, blasse, fein granulirte, etwas abgeplattete Körperchen mit ziemlich dunkeln Rändern, von 0,0025—0,0033''' mittlerem Durchmesser, schwankend zwischen 0,0016—0,010''', die zur Zeit der höchsten Turgescenz des Hoden am zahlreichsten seyen. In den Samenblasen[3], dem Vas deferens und auch im Hoden wurden minder constant beobachtet: 1. kleine, glänzende, das Licht stark brechende Kügelchen, welche kleinen Fetttröpfchen glichen; sie waren seltener im Vas deferens als im Hoden (Wagner). 2. Dunkle Kügelchen mit Molecularbewegung (Valentin[4], Wagner), Wagner sah sie mit eigenthümlicher Bewegung durch das Sehfeld laufen. Lallemand[5] beobachtete im Samen von Männern, die durch Pollutionen ge-

den Gegenstand will ich nur auf die angeführten Arbeiten von v. Siebold, Kölliker und auf Wagner's Physiologie verweisen, welche die wichtigsten eigenen Untersuchungen und einen Nachweis der hierher bezüglichen zerstreuten Aufsätze enthalten.

1 Anat. I, 553.

2 Physiol. S. 8.

3 Bekanntlich wurde es seit Hunter öfters in Zweifel gezogen, ob die Samenblasen zur Aufbewahrung des Samens bestimmt seyen. Hunter's Einwürfe (Thier. Oekon. S. 34) beweisen nur, daß die Samenblasen sich auch selbstständig und mit einer anderen Materie, als Samen, füllen können, wie ja auch die Gallenblase, wenngleich der Duct. cysticus verschlossen ist, nie leer gefunden wird. In den letzten Jahren sind so oft Samenfaden in den Samenblasen gefunden worden, von mir (Lampferhoff, a. a. O.), Valentin (Repert. I, 280), Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 499), J. Davy (*Edinb. med. and surg. Journ. L, 1.*), daß über die Bedeutung dieser Organe beim Menschen nicht mehr gestritten werden kann. Davy sah sogar zuweilen Samenfaden in den Samenbläschen in Fällen, wo das Vas deferens keine enthielt, so daß sie offenbar erst dort sich ganz entwickelt hatten.

4 Repert. I, 279. Die übrigen dort beschriebenen Elemente scheinen dem Epithelium der Samencanälchen anzugehören.

5 a. a. O. *p. 38. 46.*

schwächt waren, und in Hoden von Leichen glänzende Pünktchen, 10mal kleiner als Blut- oder Schleimkörperchen, die wahrscheinlich auch hierher gehören; an einer anderen Stelle spricht er von freiwilligen Bewegungen kleiner, runder, glänzender Körperchen in den Hoden einer Coluber, auf diese muß ich sogleich zurückkommen.

Valentin sowie Bischoff, welche Gelegenheit hatten, Leichen von kräftigen hingerichteten Verbrechern unmittelbar nach dem Tode zu untersuchen, konnten in den Hoden keine oder nur wenige Samenfaden entdecken. Dagegen sah Lampferhoff lebhaft sich bewegende Samenfaden im Hoden eines Selbstmörders. J. Davy fand sie unter 20 Fällen zweimal, Lallemand unter 33 Fällen zweimal; auch im Nebenhoden waren keine und erst im Vas deferens und den Samenblasen erschienen sie. Bei menschlichen Leichen und selbst bei brünstigen, frisch getödteten Thieren gewann ich oft Samenfaden aus dem Vas deferens, wenn ich im Hoden vergebens danach gesucht hatte. Dieser enthält alsdann die früheren Entwickelungsstufen der Samenfaden, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe.

Wenn ich die bis jetzt vorhandenen Untersuchungen, wovon in der Anmerkung nähere Rechenschaft gegeben werden soll, untereinander vergleiche und aus einander ergänze, so glaube ich folgenden Entwickelungsgang als den allen Wirbelthieren gemeinsamen angeben zu können. Das Erste sind fein- oder grobkörnige Kugeln von 0,0033—0,005‴ Durchmesser, von welchen Wagner es unentschieden läßt, ob es neue Elemente oder veränderte Epitheliumzellen seyen. Ich vermuthe das Erstere, weil die Epitheliumzellen, bei den Säugethieren wenigstens, cylindrisch sind. Die Kugeln werden größer, manche haben ein dunkleres Körperchen im Centrum[1]. Sie werden allmählig blasser und nun erscheint in ihrem Innern eine feinkörnige Kugel, dann eine zweite und, während sich die ursprüngliche Blase, die ich Mutterzelle nennen will, immer mehr ausdehnt (bis zu 0,02‴ Wagner, 0,02—0,03‴ Kölliker), mehrt sich auch die Zahl der in ihrem Innern enthaltenen Kugeln oder Tochterzellen[2]. Zu-

1 Wagner in Müll. Arch. 1836. Taf. IX. b. Icon. physiol. Tab. I. fig. V. c.

2 Wagner, Müll. Arch. Taf. IX. c. d. γ. Icon. physiol. Tab. I. fig. V, d—f. Hallmann, Müll. Arch. 1840. Taf. XV. Fig. 3. Valentin, N. A. Nat. Cur. Vol. XIX. P. I. Tab. XXIV. fig. 3.

weilen zeichnen sich die letzteren durch einen centralen Fleck aus[1] und sind dann im Uebrigen blasser, als gewöhnlich (Kölliker). In jeder derselben entwickelt sich ein Samenfaden. Die Art wie dies geschieht, hat Kölliker beim Meerschweinchen genau verfolgt[2]. Die Tochterzellen haben hier 0,0035—0,005‴ Durchmesser und sind mit blassen, aber distincten, rundlichen Körnchen erfüllt. Zuerst schwindet nach und nach dieser feinkörnige Inhalt, während sich zugleich der Samenfaden in spiraligen Windungen an der Zellenwand ablagert. Häufig sind Zellchen, die besonders an einer Seite eine starke Anhäufung von Körnern haben, während die übrige Zelle wie leer erscheint. Die Körner sollen, wie Kölliker beobachtet zu haben glaubt, unmittelbar durch Verschmelzung den Körper des Samenfadens bilden. Der gebildete Samenfaden liegt immer ganz eng an der Wandung der Zelle an; er macht meist 2½ Windung, gewöhnlich aber bietet sich die Zelle dem Auge so dar, daß man den Körper des Samenfadens von der Seite sieht und nur eine Windung des Samenfadens zu Gesicht bekommt. Dies rührt daher, daß die Zellen, die mit der Entwickelung des Samenfadens eine mehr linsenförmige Gestalt angenommen haben, meistens auf einer der flachen Seiten liegen, wo dann die Windungen des Fadens einander decken[3].

Die Schale der Tochterzelle scheint sich zuletzt aufzulösen und dadurch wird der eingeschlossene Samenfaden frei und rollt sich nach und nach auf (Kölliker, Lallemand[4]). Sind um diese Zeit die Tochterzellen noch von der Mutterzelle umgeben, so kommt der Samenfaden frei in die Mutterzelle zu liegen, von dem körnigen Inhalte der ehemaligen Tochterzelle umgeben[5]. Wenn sämmtliche Tochterzellen aufgelöst sind, so liegt ein Bündel Samenfaden lose in einer weiten Kapsel, der Mutterzelle. Die Samenfaden liegen zuweilen unordentlich in der Kapsel zerstreut[6], in der Regel fügen sie sich parallel aneinander, und wachsen, während die körnige Masse, die

1 R. Wagner, Icon. phys. Tab. I. fig. VII, a.

2 Beitr. S. 56. Taf. II. Fig. 20.

3 Kölliker erinnert an die Analogie dieser Vorgänge mit denjenigen, welche Meyen bei Hypnum cupressiforme beobachtete, dessen Physiol. III, 208.

4 a. a. O. *pl. X. fig. 10.*

5 R. Wagner, Müll. Arch. a. a. O. e. Icon. physiol. Tab. I. fig. V. f

6 Hallmann, a. a. O. Fig. 6.

[si]e umgab, verzehrt wird. Die Hülle wird zugleich feiner, zieht [s]ich enger um die Samenfaden zusammen, so daß sie eine birn-[o]der keilförmige Blase bildet, in deren dickerem Theile die Köpfe [d]er Samenfaden liegen [1]. Das dickere Ende mit den Köpfen soll [n]ach Lallemand immer gegen den Nebenhoden gerichtet seyn [2]. Die schmalere Spitze scheint sich zuerst zu öffnen; in Wasser platzt [d]ie Blase und die Samenfadenbündel lösen sich; in dem Hoden [g]eschieht dies vielleicht durch Resorption der Blase. Die freigewor-[d]enen Bündel bleiben aber oft noch, selbst nach der Ejaculation in Haufen zusammen liegen; Samenfaden mit platten Köpfen sind [d]abei mit den Köpfen wie Geldstücke in Rollen aufeinander ge-[s]chichtet, die Schwänze alle nach einer Seite hin gestreckt. Unter [w]elchem Einflusse sie sich auf diese Weise ordnen, läßt sich nicht [a]ngeben, jedoch will ich an das ähnliche Zusammenkleben der Blut-[k]örperchen erinnern [3].

Bei dem Meerschweinchen und der Maus würde, nach Kölliker's Beschreibung, die Entwickelung nur darin von diesem Gange abweichen, daß die Mutterzelle sich früher auflöste, als die Samenfaden jeder seine besondere Zelle verlassen haben. Er beobachtete die in der Bildung begriffenen Samenfaden meist in den freiliegenden, selten in eingeschlossenen Zellen. Indeß könnte dies auch darin seinen Grund haben, daß die Mutterzelle, welche reifere Tochterzellen einschließt, leichter zerstört wird oder berstet. Bei dem Kaninchen und Bären hat Valentin [4] Haufen von Samenfaden in Cysten (Mutterzellen) gesehen und Kölliker selbst traf bei der Maus einigemal zwei Samenfaden in einer größeren Zelle.

So lange die Samenfaden in ihrer besonderen Zelle eingehüllt sind, liegen sie ganz ruhig; nur einmal glaubte Kölliker eine

1 Wagner, Müll. Arch. h. i. Icon. phys. V, i. k.

2 a. a. O. *p. 73.*

3 Schon Leeuwenhoek (Opp. IV, 289) bemerkt, daß die Samenfaden oft zu 2, auch zu 8 und 10 so einander liegen, daß sie sich berühren und ein Körper mehrere Schwänze zu haben scheine. Vgl. Dujardin, a. a. O. *pl. IX. fig. 8. a.* Gerber, Allg. Anat. Fig. 233. R. Wagner (Icon. phys. Tab. I. fig. II, c) bildet auch aus dem menschlichen Hoden solche Gruppen ab; wenn aber die Abbildung genau ist, so liegen die Samenfaden hier nicht, wie bei den Meerschweinchen, Kaninchen u. a. mit den planen Flächen aneinander, sondern berühren einander nur mit den Rändern.

4 Repert. 1837. S. 145.

leichte, zuckende Bewegung des Endes des fadenförmigen Theiles innerhalb der Zelle zu bemerken. Auch wenn sie nach Auflösung der Tochterzelle in die Mutterzelle gelangen und selbst wenn sie aus dieser befreit sind, haben sie, so lange sie im Hoden liegen, keine Bewegung. Erst im Vas deferens, wo sie vielleicht noch etwas an Umfang zunehmen, beginnen ihre Bewegungen [1].

1 Peltier (*l'Institut. No. 226. 1838*) behauptet, im Jahre 1834 der *Société des sciences naturelles* Mittheilungen über die Entwicklung der Samenfaden der Frösche gemacht zu haben. Im Hoden junger Thiere sollen sich Kügelchen finden mit einem körnigen Nucleus, später schwinde die Schale, der Nucleus werde frei, nehme eine birnförmige Gestalt an, indem sich ein Anhang an demselben bilde, der aus Streifen bestehe; jeder Streifen nehme an einem Körnchen des Nucleus seinen Ursprung, diese würden also die Köpfe, jene Streifen seyen die Schwänze der Samenfaden. Nach den neueren Beobachtungen muß man diese Darstellung für ganz unrichtig halten und es gebührt also jedenfalls R. Wagner die Priorität der hier mitgetheilten Entdeckung. Wagner machte in Müller's Archiv 1836 und in den Fragmenten zur Zeugung (1836) die Entwicklung der Samenfaden mehrerer Vögel bekannt (vgl. seine Zusammenstellung, Physiol. S. 20). Die ersten und letzten Stadien habe ich nach seiner Darstellung wiedergegeben. Er läßt es unentschieden, ob die ersten einfachen Zellen eine Hülle um sich bilden oder „eine eigene dickwandige Hülle blasenförmig ausdehnen" (?). Der Analogie nach glaubte ich annehmen zu müssen, daß die ersten einfachen Zellen sich selbst zur umhüllenden Zelle ausdehnen, und daß schon die erste eingeschlossene körnige Zelle eine im Innern von jener neugebildete sey, wie dies ja von den folgenden, nach und nach sich ansammelnden ohnehin feststeht. Wagner sieht die Tochterzellen verschwinden, die Mutterzellen mit einem feinkörnigen Inhalte sich füllen und innerhalb des letzteren die Samenfaden entstehen, ohne über das Verhältniß dieser verschiedenen Arten von Contenta zu einem Aufschlusse zu gelangen. Valentin (Repert. 1837. S. 145) stellte eine Alternative, welche den Gegenstand schärfer faßte, jedoch auch das Richtige nicht traf. „Die äußere Kugel", sagt er, „hat offenbar die Function eines Keimbehälters, die inneren Kugeln dagegen sind ihrer Bedeutung nach unbekannter. So viel ist gewiß, daß in dem zugleich mit einer hellen Flüssigkeit gefüllten Raume des Keimbehälters die Spermatozoenbündel später zu Tage kommen und daß ihrem Erscheinen correspondirend die inneren körnigen Kugeln nach und nach schwinden. Ob diese aber unmittelbar in die Samenthiere übergehen oder nicht, im ersteren Falle also als Keime, im letzteren als Dotter zu deuten seyen, ist unbestimmt." Uebrigens erklärt sich Valentin mit Wagner's Darstellung ganz einverstanden und v. Siebold (Müll. Arch. 1837. S. 436) bestätigt sie ebenfalls. Wagner hatte die Keimbehälter mit eingeschlossenen Kugeln schon beim Hunde gesehen, Valentin versichert, denselben Entwickelungsgang bei Fröschen, beim Kaninchen und Bären verfolgt zu haben. Hallmann (Müll. Arch. 1840. S. 471) kam, indem er die Genesis der Samenfaden bei den Rochen

Wenn die Brunst oder das zeugungskräftige Lebensalter vorüber
, sowie in Zuständen großer Schwäche sind die Samencanälchen

ıbirte, zu demselben Resultat, auch er läßt den Uebergang der Tochterzellen
Samenfaden unerörtert. Zweimal beobachtete er an den Mutterzellen, in
elchen die Samenfaden bereits in Bündeln lagen, einen großen, der Abbil-
ng nach ziemlich unregelmäßigen Fleck mit dunkeln Körperchen, den er für
nen Zellenkern hält. Leider ist das Maaß nicht angegeben. Lallemand's
ntwickelungsgeschichte der Samenfaden der Rochen *(Ann. d. sc. nat. XV.
341. p. 257)*, obgleich weniger vollständig als die von Hallmann, und
erhaupt weit unter dem Niveau unserer Kenntnisse, füllt insofern eine
cke aus, als er die Samenfaden einzeln im zusammengerollten Zustande sah,
*manière à faire croire, qu'ils sont contenus dans une vésicule très-
ince;* es war eine 800malige Vergrößerung nothwendig, um zu der Ueber-
ugung zu gelangen, daß dies nicht der Fall sey. Schon früher hatte indeß
ölliker die Entwickelung der Samenfaden in ihren Zellen entdeckt. Ich
aube nicht zu fehlen, wenn ich seine isolirten Samenfadenzellen mit den ein-
eschlossenen Kugeln Wagner's und Valentin's identificire und in die
eimbehälter gleichsam wieder zurück versetze, aus welchen sie sich zu früh gelöst
aben. Von den verschiedenen Typen der Entwickelung, die Kölliker auf-
ellt, würden demnach Typus 3 und 4 zusammenfallen

Lallemand (a. a. O. *p. 79*) hält die Blase, welche die Gruppen reifer
Samenfaden im Hoden der Vögel umgiebt, für einen aus der zähen Flüssigkeit
ınerhalb der Samencanälchen gebildeten Ueberzug. Seine eigenthümlichen An-
chten über die Entwickelung der Samenfaden der Säugethiere, Vögel und
eptilien, insbesondere der Natter *(p. 90)*, darf ich um so weniger mit Still-
hweigen übergehen, da er Milne Edwards als Theilnehmer an seinen
ntersuchungen anführt. Es sollen die runden, glänzenden und frei beweglichen
ügelchen im Hoden, deren bereits oben gedacht wurde, birnförmig werden
nd ein Rudiment von Schwanz hervortreiben; im Anfange des Vas deferens
ar der Kopf unregelmäßig und sehr durchsichtig und zeigte einen centralen
ern, der jenem glänzenden Kügelchen ähnlich war. Um letzteres hätte sich
lso der übrige Theil der Samenfaden gebildet.

Die Entwickelung der Samenfaden bei wirbellosen Thieren ist noch nicht
o klar. Bei den Insecten liegen die Samenfaden in Bündeln und die Bündel
ind von einer feinen Hülle umgeben, die in Wasser platzt (v. Siebold,
Müll. Arch. 1836. S. 18). Vielleicht entspricht sie den Mutterzellen bei
en Wirbelthieren; von den Veränderungen ihres Inhaltes aber ist nichts
ekannt. In den Hoden der Medusen sah v. Siebold die Bläschen mit
iner feinkörnigen Masse gefüllt, welche bei weiterer Ausbildung ein strei-
iges Ansehen bekam und sich in ein Bündel von Samenfaden umgestaltete
(Beitr. S. 13). Die haarförmigen Samenfaden mancher wirbellosen Thiere
ind, noch wenn sie während der Begattung ausgestoßen werden, in sehr com-
plicirten Samenkapseln enthalten. Ich erinnere an die vielbesprochenen Needs-
ham'schen Körperchen der Cephalopoden (Philippi in Müll. Arch. 1839.

wieder leer. R. Wagner hat auch diesen Proceß der Rückbildung bei Singvögeln verfolgt und folgendermaßen beschrieben: Zur Mauserzeit enthalten die Vasa deferentia noch Samen, aber die Samenfaden sind unbeweglich und verkümmert. Die mit Kugeln gefüllten Zellen im Hoden werden sparsamer und verschwinden bald völlig; die Samenfaden, wenn sie deren noch enthalten, liegen nicht mehr in Bündeln, sondern einzeln, getrennt. Dagegen erscheinen in ihnen gelbliche, das Licht stark brechende Kügelchen, von etwa 0,0012''' Größe, Fettkügelchen ähnlich. Später findet man im Hoden nur noch kugelförmige oder ovale Körper von 0,006—0,010''', Aggregate von großen, dunkeln, runden Moleculen oder Körnchen, zum Theil, wie es scheint, mit etwas hellerem Kerne [1]. Ob während

S. 301. v. Siebold, Beitr. S. 51. Carus, N. A. Nat. Cur. Vol. XII. P. 1. p. 1. Krohn in Fror. N. Not. Nr. 244. Peters in Müll. Arch. 1840. S. 98. *Milne-Edwards, Ann. des sc. nat. 2e sér.* XIII. 1840 und die kürzlich von Siebold entdeckten, wunderbaren Samenpatronen bei Cyclops castor (Beitr. S. 36). Bilden sich auch diese Behälter zuerst, und entstehen die Samenfaden in ihrem Innern? Soll man sie als weiter entwickelte Mutterzellen ansehen? Noch verwickelter wird die Sache bei den Crustaceen, wo die strahlentragenden Scheiben, die vielleicht selbst Samenkapseln sind, im Innern von Schläuchen liegen, die wie mit einem Saugnapf an Membranen oder wie Früchte an verzweigten Stielen hängen (s. Kölliker, a. a. O. S. 9 ff.)

Wenn übrigens in den angeführten Fällen die wirbellosen mit den höhern Thieren darin übereinkommen, daß die Samenfaden im Innern von Zellen oder Cysten entstehen, so scheint dagegen der gewöhnlichere Gang der zu sein, daß die Samenfaden sich frei, jeder aus einem Kügelchen entwickeln, die entweder an der Oberfläche einer hohlen Blase sitzen oder in dichten, kugeligen Haufen zusammen liegen. Die Kügelchen scheinen sich entweder nach einer oder nach beiden Seiten zu verlängern, so daß die nicht völlig reifen Samenfaden noch eine ovale Anschwellung bald an der Spitze, bald in der Mitte zeigen. Bei der Paludina würde nach v. Siebold jeder Faden sich in eine Anzahl feinerer Fasern zerspalten. Bei Lymnaeus hat Kölliker an den in der Verlängerung begriffenen Körnchen Zellenkerne gesehen, so daß es als wahre Zellen wären (Taf. I. Fig. 12). Ausnahmsweise kommen nach ihm auch bei Anneliden die Körnchen, welche zu Samenfaden übergehen, in Cysten vor. Wegen der Details verweise ich auf meinen Aufsatz über Branchiobdella Müll. Arch. 1835. S. 584 und 1837. S. 86. Nota. v. Siebold, ebendas. 1836. S. 240, vorzüglich aber auf Kölliker's Beiträge, in welchen die Entwickelung der Samenfaden an wirbellosen Thieren aus allen Classen dargestellt ist.

1 Physiol. S. 23.

:s zeugungsfähigen Alters die gebildeten Samenfaden, wenn sie icht ausgeleert werden, sich auflösen und an deren Stelle neue sich ıtwickeln, läßt sich nicht wohl durch Beobachtung entscheiden, doch t es deswegen wahrscheinlich, weil man bei brünstigen Thieren zu der Zeit die unentwickelten Formen im Hoden trifft. Man kann ch nicht vorstellen, daß diese unentwickelt warten sollten, bis die :ifen Vormänner abgetreten sind.

In dem Excrete der weiblichen Zeugungsorgane, welches durch Berſten eines Drüsenbläschens in die Tube gelangt, befindet sich, ls wesentlicher Bestandtheil, das Ei (Taf. V. Fig. 23). Es ist, ›ie oben erwähnt, in dem Graaf'schen Bläschen von einer Schicht ernhaltiger Zellen bedeckt, die mit der Membrana granulosa zusam=ıenhängt, und nimmt die Zellen, die es bedecken, sowie einen Theil er benachbarten mit sich. Von oben betrachtet, scheint es daher on einem schmaleren oder breiteren, unregelmäßig abgerissenen Ringe on Kernen und Zellen umgeben, wovon in Fig. 23. e ein kleiner Theil abgebildet ist; dies ist v. Baer's Discus proligerus. Häufig st der Ring wie von radialen Spalten durchzogen [1], was wahr=scheinlich eine Folge entweder von Zerreißung oder Faltung der Membrana granulosa ist. Betrachtet man das Ei im Profil, d. h. n einer auf die Wand des Graaf'schen Bläschens senkrechten Ebene, o wird es zwar ebenfalls ringsum von dem Saume von Zellen ımgeben, allein dieser Saum ist an einer Seite schmaler und mit inem regelmäßigen, glatten Rande versehen. Es ist die Seite, nittelst welcher das Ei frei in die Höhle des Graaf'schen Bläschens ›ineinragt. Dieser ganze Rest der Membrana granulosa verliert ich, während das Ei durch die Tuben hinabgeht, sehr bald.

Von dem Reste der Membrana granulosa befreit, ist das Ei ›u dem Zeitpunkte, wo es in die Tube eintritt, ein mit bloßem Auge eben noch wahrnehmbares weißes Pünktchen. Den Durch=nesser reifer menschlicher Eier giebt Wh. Jones zu 0,08''' an, vielleicht sind sie zur Zeit des Austrittes noch etwas größer [2].

Es besteht aus einer hellen structurlosen verhältnißmäßig sehr 'esten und dicken Schale, dem Chorion (Fig. 23. a), und einem

1 Bischoff in R. Wagner's Icon. phys. Tab. VI. Fig. 1.

2 Reife Eier von anderen Säugethieren messen 0,05 bis höchstens 0,1'''. Vgl. Bernhardt, Symb. p. 28. R. Wagner, Prodr. hist. gen. p. 28 u. a. Krause in Müll. Arch. 1837. S. 29.

flüssigen Inhalte, Dotter, in welchem eine dichte Masse größerer und kleinerer Körnchen und Kügelchen enthalten sind (d d d). Die kleineren sind die zahlreichsten, sehen aus wie Pigmentmolecule und bewegen sich wie diese, die größeren von 0,002 — 0,003‴ Durchmesser gleichen Fett- oder Milchkügelchen durch ihre runde Form, ihre dunkeln Ränder und ihre glänzende Oberfläche. Sie geben bei auffallendem Lichte dem Eie das weißgelbliche, glänzende Ansehen. Sie sind im äußeren Umfange des Dotters zahlreicher, als gegen das Centrum. Aber erst, wenn die Entwickelung beginnt, wird das Centrum ganz hell und vom Centrum aus allmählig auch der übrige Dotter. Dieser liegt dicht an der inneren Fläche des Chorion an und hat sonst keine Hülle, obgleich es zuweilen, besonders bei menschlichen Eiern gelingt, ihn als eine zusammenhängende Kugel aus dem Chorion hervorzudrücken[1]. Liegt das Ei in Wasser, so saugt es dasselbe ein, es drängt das eingesogene Wasser den Dotter, mit dem es sich nicht sogleich mischt, vom Chorion ab und es kann dadurch kann der trügerische Schein entstehen, als ob der Dotter noch von einer zweiten Membran umgeben sey. Dasselbe geschieht bei beginnender Fäulniß[2]. Wenn das Chorion allmählig stärker gepreßt wird, so dehnt es sich zu einem bedeutenden Umfange aus, wird dabei dünner, reißt endlich an einer Stelle und läßt dann den Inhalt langsam hervorströmen. Man überzeugt sich so, daß ein zähes helles Fluidum die Körnchen verbindet; namentlich wenn man nach dem Bersten des Chorion den Druck allmählig vermehrt und vermindert, in welchem Falle, beim Nachlassen des Druckes, die Körnchen, die schon zerstreut scheinen, wieder in die Höhle des Chorion zurückschlüpfen. In Wasser zieht sich die Flüssigkeit in feine, kaum granulirte Fäden. Die Spalte des Chorion (b) hat immer glatte Ränder. Man kann sie nach Belieben feiner oder tiefer, klaffender machen; beim heftigsten Drucke spaltet sich das Chorion bis zur Mitte und selbst weiter und gleicht dann einem Kreise, aus welchem ein Segment ausgeschnitten wäre. Wenn der Inhalt ganz ausgelaufen und das Chorion zusammengefallen ist, unterscheidet man immer noch, aber schwerer, die beiden concen-

[1] *Wharton Jones, Two papers on the ova etc. p. 10. fig. 5* Bischoff in Müll. Arch. 1839. S. CLXXI.

[2] Bernhardt, Symb. Fig. 23. *Wh. Jones, a. a. O. fig. 6.*

trischen Kreise, welche die Dicke der Membran anzeigen[1]. Sie beträgt bei möglichst geringem Drucke an reifen Eiern des Schweines bis 0,01‴.

Essigsäure verwandelt das Chorion in einen weichen Brei und scheint es nach längerer Einwirkung aufzulösen.

Bevor das Ei befruchtet ist und sich anschickt, das Graaf'sche Bläschen zu verlassen[2], enthält es in seinem Innern, dicht unter dem Chorion, das Purkinje'sche oder Keimbläschen (Fig. 23. e). Es

1 Der von diesen beiden concentrischen Kreisen eingeschlossene Raum ist derjenige Theil des Eies, über dessen Bedeutung die Stimmen am meisten getheilt waren. Baer, der Entdecker des Säugethiereies, nannte den hellen Kreis, den er zwischen Dotter und Discus proligerus sah, die Zona pellucida; er hielt das ganze Ei der Säugethiere für analog dem Keimbläschen der Vögel und verglich also den hellen Raum um das Ei der ersteren mit dem hellen Raume um das Keimbläschen der letzteren. Valentin vermuthete (Entwickelungsgeschichte. S. 17), daß dieser Raum von Flüssigkeit ausgefüllt sey. In den Abbildungen bei Bernhardt wird fast überall der innere Kreis als Dotterhaut bezeichnet, der äußere Kreis erscheint durch die aufliegenden Körnchen der Membrana granulosa weniger bestimmt. Die Täuschung in Betreff des inneren Kreises war um so leichter möglich, da er sich zuweilen, wie auch in unserer Fig. 23 nicht als einfache Linie, sondern wie ein heller oder dunkler Saum von gewisser Breite darstellt (vgl. Bernhardt. Fig. 22. Valentin, Müll. Arch. 1836. S. 163). Am zuletzt angeführten Orte rechnet Valentin zu den cadaverösen Veränderungen des Eies, daß die Dotterhaut sich enorm, um das 60fache angeschwollen zeige. Dies erklärt sich leicht, indem nämlich das Ei bei beginnender Fäulniß sich glatt von der Membrana granulosa löst und man in diesem Falle die Zona pellucida leicht als das erkennt, was sie ist, eine einfache, dicke Membran. R. Wagner (Müll. Arch. 1835. S. 374) nannte den äußeren Kreis Chorion, den inneren Dotterhaut, zwischen beiden sey ein schmaler, durchsichtiger Raum. Krause (ebendas. 1837. S. 27) suchte zu beweisen, daß derselbe von Eiweiß ausgefüllt werde und daß demnach der äußere Kreis als Eiweißhäutchen zu betrachten sey. Wharton Jones (a. a. O. p. 7) hatte indessen den breiten hellen Ring um den Dotter ohne Weiteres als die äußere Hülle des Eies angesprochen, die durchsichtig und sehr dick sey, Bischoff (Müll. Arch. 1839. S. CLXXI) trat, gegen Valentin und Krause, dieser Ansicht bei und Wagner sagt jetzt ebenfalls (Physiol. S. 36), die Zona pellucida scheine nicht Anderes zu seyn, als der optische Ausdruck einer dicken, äußeren Membran. Ich nehme keinen Anstand, mich eben so peremtorisch, wie Bischoff, dafür auszusprechen. Bischoff hat die weiteren Veränderungen dieser Membran im Uterus verfolgt, die Zotten aus ihr hervorwachsen sehen und dadurch den Namen Chorion für dieselbe vollkommen gerechtfertigt.

2 S. Bischoff in Wagner's Physiol. S. 96.

ist ein rundes oder kaum abgeplattetes, wasserhelles Bläschen, welches beim Menschen nach Valentin 0,021—0,023''', nach Wagner nicht über 0,016''', nach Wharton Jones 0,013''' Durchmesser hat[1]. Seine Größe ist ziemlich constant und es ist daher relativ um so größer, je kleiner das Ei. Es besteht aus einer glatten, durchaus structurlosen Membran, die, wenn das Keimbläschen isolirt ist, durch Druck gesprengt werden kann und eine wasserhelle Flüssigkeit austreten läßt. Die letztere gerinnt durch Alkohol, Säuren, überhaupt alle Stoffe, die Eiweiß coaguliren, nach R. Wagner[2] aber auch von Essigsäure. An der Oberfläche des Keimbläschens und wahrscheinlich dicht an der inneren Wand seiner Hülle befindet sich ein Körnchen von 0,0033—0,005''' Durchmesser (Wagner), von verschiedenem Ansehen, bald glatt, glänzend, mit dunkeln Contouren, wie ein Fetttröpfchen[3], bald granulirt (Fig. 23. f), bald endlich, besonders bei jüngeren Eiern aus mehreren Körnern zusammengesetzt[4]. Wagner hat es mit dem Namen Keimfleck bezeichnet[5].

In frischen, mit den Kügelchen des Dotters ganz gefüllten Eiern ist das Keimbläschen nur äußerst selten zu sehen. Beim Zusammenpressen des Eies wird es zuweilen deutlich, zuweilen aber berstet es eher, als das Chorion, und wird dann nach dem Zersprengen des Eies vergeblich gesucht. Wenn es glückt, so ...

1 Bei Thieren wird es zu 0,015—0,02''' angegeben. Nach Valentin (Entwickelungsgesch. S. 23) könnte es beim Schafe und Schweine 0,04''' erreichen.

2 Physiol. S. 39.

3 R. Wagner, Icon. phys. Tab. VI. fig. 2. A. a.

4 Ebendas. Tab. II. fig. 8. d. Gerber, Allg. Anat. Fig. 27. g.

5 Wagner sprach in seinen ersten Mittheilungen, Fror. Not. Nr. 91 und im Prodr. hist. gen. von Keimbläschen mit mehreren Keimflecken bei Säugethieren. Valentin wandte dagegen ein (Müll. Arch. 1836. S. 16...), daß bei zu heftigem Drucke der einfache Keimfleck in zwei und mehrere auseinandergehe, und auch Wagner ist jetzt der Ansicht (Physiol. S. 37), daß der Keimfleck nur sehr selten doppelt sey. Bei Fröschen, Fischen und Krebsen sind mehrere Keimflecke, die Fetttröpfchen ähnlich sehen, nicht selten (Wagner, Prodr. Fig. XVI. XXV. XXVI. *Barry, Philos. transact.* 18... *P. II. fig. 31*), indessen konnte auch hier Schwann das Zerfallen eines Flecks in mehrere mit den Augen verfolgen (Mikrosk. Unters. S. 49) und Wagner meint, man könne unter ihnen einen größeren, opakern, etwas körnigen Kern unterscheiden, der vielleicht als der wahre Keimfleck zu betrachten sey.

in Theil des Dotters aus und das Keimbläschen läßt sich dann n dem heller gewordenen Eie oder in dem ausgetretenen Contentum nitten unter den Dotterkügelchen auffinden [1] und isoliren. Was zuerst in die Augen fällt, ist in der Regel nicht der helle Contour des Keimbläschens, sondern der dunkle Keimfleck. Doch wird die Wahrnehmung des ersteren zuweilen dadurch begünstigt, daß in der nächsten Umgebung desselben die Dotterbläschen fehlen oder minder zahlreich sind. Bei beginnender Fäulniß wird es gewöhnlich zerstört, doch versichert Wh. Jones, es noch am 8ten—10ten Tage nach dem Tode angetroffen haben. In keinem Falle ist es aber ein so seifenblasenartiges Gebilde, wie Coste uns glauben macht [2].

Da die Keimbläschen relativ um so größer sind, je kleiner die Eier, so mag man schließen, daß die Keimbläschen zuerst gebildet werden, wie es auch Barry bei der Taube beobachtete. In welchem Verhältnisse hinsichtlich der Entwickelung Keimbläschen und Keimfleck zu einander stehen, ist bei den höheren Thieren nicht ausgemacht; in den Eierstöcken von Agrion virgo entsteht nach R. Wagner's Darstellung [3] der Keimfleck zuerst. Er hat Größe und Form, und im Verhältniß zum Keimbläschen auch die Lage eines Zytoblasten. Es ist nicht bekannt, ob die körnigen, glatten und

1 Bernhardt, Symb. Fig. 20. Bischoff in Wagner's Icon. physiol. Tab. VI. fig. 2.

2 Das Historische dieses Gegenstandes ist so vielfach besprochen und, nebst der Nachweisung der Literatur in den physiologischen Handbüchern von J. Müller und R. Wagner und in Valentin's Entwickelungsgeschichte so gründlich erörtert, daß ich es für überflüssig halte, darauf weiter einzugehen. Es reicht hin zu erwähnen, daß im Jahre 1827 das Säugethierei von v. Baer entdeckt, aber mit dem zwei Jahre früher von Purkinje aufgefundenen Keimbläschen der Vögel identificirt wurde, bis im Jahre 1834 gleichzeitig Coste und Valentin und bald darauf selbstständig auch Wharton Jones (*Lond. and Edinb. philos. mag. VII, 209*, gelesen vor der *Roy. Society.* Juny. 1835) das Keimbläschen im Säugethiereie nachwiesen. Den Keimfleck beschrieb R. Wagner 1835 und verfolgte ihn sogleich durch alle Thierclassen. Bei den Säugethieren scheint ihn Wh. Jones ebenfalls als eine Erhebung des Keimbläschens bemerkt zu haben.

In vergleichend anatomischer Hinsicht ist bemerkenswerth nicht blos die Existenz der Eier durch alle Classen (Valentin, Müll. Arch. 1836. S. 167, hat sie bei Räderthieren gesehen), sondern auch ihre vollkommene Uebereinstimmung in Bezug auf die wesentlichen Theile. Unwesentlich ist die Menge des Dotters, welche veränderlich ist, und die äußere Eiweißschicht.

3 s. oben S. 153.

fetthaltigen Keimflecke zufällige Varietäten oder verschiedene Entwicklungsstufen sind. Wäre das Letztere der Fall, so wäre der Analogie nach die Umwandlung in Fett als der Schluß der Entwicklung des Zellenkernes zu betrachten; es könnte, wie bei den Knorpelzellen, zugleich Bildung einzelner Fetttröpfchen in der Zelle, dem Keimbläschen, eintreten und würde sich so die bei Thieren beobachtete anscheinende Multiplication der Keimflecke erklären. Nach Barry umgiebt sich das Keimbläschen erst mit Oeltröpfchen, dann mit Zellen und diese umwächst eine structurlose Haut. In diesem Stadium gleicht es den Zellen, die wir complicirte genannt haben, namentlich den Ganglienkugeln; die Zelle mit Kern spielt selbst wieder die Rolle eines Zellenkernes. Die weitere Ausbildung ist, wenn Barry richtig gesehen hat, ganz eigenthümlicher Art. Denn es soll sich nun an die äußere Haut der complicirten Zellen sich ausdehnen (sie wird Membran des Graaf'schen Bläschens) und innerhalb derselben soll um das Keimbläschen eine neue entstehen, die dieses sammt der Dottersubstanz einhüllt. Um diese Zeit erst begiebt sich das Ei von dem Centrum des Graaf'schen Bläschens, in welchem es bis dahin lag, an die Wand desselben und erhält seinen Ueberzug von pflasterförmigen Zellen.

Nach den mikroskopischen Bestandtheilen oder Körperchen der Excrete ist nunmehr das Serum oder Plasma derselben einer nähern Betrachtung zu unterwerfen. Die Menge desselben ist, wie bereits erwähnt, im Verhältnisse zu der Menge der Körperchen sehr veränderlich. Es zeigen sich in verschiedenen Secreten constante Verschiedenheiten, so daß z. B. die gesunde Milch, der gesunde Samen sehr reich an Körperchen sind, während Galle und Urin im normalen Zustande wahrscheinlich allein aus Serum bestehen. Es wechselt auch nach Umständen die Menge der Körperchen in demselben Secrete und man kann im Allgemeinen sagen, daß ihre Zahl relativ um so geringer ist, je mehr eine Drüse in einer gegebenen Zeit ausscheidet, so daß bei der ab- und zunehmenden Thätigkeit der Drüsen die Masse der Körperchen ziemlich constant zu bleiben und nur der Gehalt an Plasma zu wechseln scheint. So viel wenigstens ist gewiß, daß Körperchen und Flüssigkeit nicht in gleichem Verhältniß zunehmen. Vom Samen wird allgemein behauptet, daß er bei häufiger Excretion wässeriger werde. Von der relativen

1 *Philos. transact. 1838. P. II. p. 311.*

Menge der Körperchen hängen zum Theil die physikalischen Eigenschaften der Secrete ab. Sie sind um so dickflüssiger und gefärbter, je reicher an mikroskopischen Bestandtheilen, und zwar ertheilen die Fettbläschen den Flüssigkeiten eine gewisse Farbe, die bei Verdünnung ins Bläuliche übergeht, Schleimkörperchen färben sie gelblich.

Consistenz, Zähigkeit und Farbe der Excrete wird ferner bestimmt durch die Menge und Beschaffenheit der *aufgelösten* Stoffe. Das Plasma der Excrete ist, gleich dem Plasma des Blutes und der Lymphe, eine wässerige Flüssigkeit, in welcher Materien von organischer und anorganischer Mischung gelöst oder, wie in einigen das Fett, fein vertheilt enthalten sind, die sich theils durch Gerinnung abscheiden, theils nach Verdunstung des Wassers als Rückstand erhalten lassen. Die Menge der festen Bestandtheile ist in der Flüssigkeit der Secrete nicht minder unbeständig, wie im Blutplasma, scheint aber in der Regel geringer zu seyn und ist oft sehr unbedeutend. Den Wassergehalt im Plasma des Blutes kann man nach den früher mitgetheilten Analysen auf 895 in 1000 Theilen berechnen; in den Excreten sinkt er nicht leicht unter 920 und steigt bis 990. Nach den in *Berzelius'* Lehrbuche der Chemie zerstreuten Analysen thierischer Absonderungsproducte enthalten die Thränen 990 Theile Wasser, der pankreatische Saft vom Pferde 927—990, der Speichel 992, der Schweiß 985, Magensaft 984, Schleimsaft 933, Harn 933 (nach *Vogel* zwischen 924 und 968), Milch 914, Ochsengalle 904, Samen 900. Eine Ausnahme macht nur die von *Thénard* analysirte Ochsengalle, welche 875 Wasser enthielt. Da in allen diesen Fällen, die Milch ausgenommen, weder die wesentlichen Körperchen, noch beigemischte Epitheliumzellen abgeschieden waren, sondern als Schleim oder eigenthümliche Materien mitgerechnet werden, so fällt die relative Menge des Wassers noch größer aus. Das abweichende Resultat von *Thénard* ließe sich vielleicht so erklären, daß nach einer zufälligen Häutung der Gallenwege die Trümmer ihrer Oberhaut in der Galle suspendirt gewesen wären. Uebrigens nimmt auch die Quantität der aufgelösten Bestandtheile relativ mit der Vermehrung des Secretes ab.

Ueber die qualitativen Verhältnisse der im Plasma der Excrete aufgelösten Stoffe etwas allgemein Gültiges zu sagen, ist ein gewagtes Unternehmen. Viele Secrete entbehren noch einer genauen Untersuchung und selbst von den häufiger untersuchten existiren nur

wenige Analysen in Vergleich zu der Masse von Veränderungen, denen sogar im gesunden Zustande ein Secret unterworfen ist, endlich ist für die kleinen Mengen, mit welchen man zu thun hat, die Methode der Zerlegung und die Diagnose immer noch sehr unsicher. Was sich bei diesen unvollkommenen Mitteln über die Qualität der Secrete und namentlich über ihr Verhältniß zum Blute sagen läßt, will ich hier zusammenstellen.

Von den im Plasma des Blutes enthaltenen Stoffen (s. oben S. 445) kommen in Excreten vor:

1. Faserstoff, im Samen, und vielleicht im Schleimsafte. Der Bestandtheil des Samens, der nach der Ausleerung gallertartig ist und dann zu kleinen Flöckchen gerinnt, und die Materie im Schleime, welche in Wasser zarte, gestreifte Häutchen bildet [1], kommen in den Hauptcharakteren mit dem Faserstoffe überein. Im Urin wurde er einigemal gefunden, ohne Symptome eines tieferen allgemeinen oder örtlichen Leidens [2].

2. Eiweißstoff, im Ohrenschmalze und Schleime (Berzelius), im Darmsafte, dem pankreatischen Safte und der Galle (?) (Gmelin), zuweilen im Speichel [3].

3. Käsestoff in der Milch, und nach Gmelin im Speichel, pankreatischen Safte und in der Galle.

4. Fett, in größerer Menge im Hauttalge und Ohrenschmalze, in der Galle (Cholestearin) und in der Milch.

5. Extractivstoffe, als Speichelstoff und Osmazom aufgeführt, in allen Excreten mit verschiedenen unbedeutenden Modificationen. S. den chemischen Theil.

6. Gallenpigment.

7. Harnstoff.

8. Milchsaure, kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Salze und Chlornatrium. Sie sind in allen Secreten vorhanden und so ziemlich dieselben wie im Blute.

Es giebt demnach, mit Ausnahme der Riechstoffe, keinen näheren Bestandtheil im Blutplasma, der nicht auch in dem einen oder anderen Secrete vorkäme.

[1] Vogel, Prodr. disquis. sputorum. p. 14.
[2] F. und H. Nasse, Unters. I, 207.
[3] s. Vogel in R. Wagner's Physiol. S. 211.

Dagegen kennt man einige Materien in Secreten, die bis jetzt och nicht im Blutplasma dargestellt sind, namentlich:

1. Bilin.
2. Harnsäure.
3. Milchzucker.
4. Freie Milchsäure.
5. Eisen, als Oxyd in der Asche der Milch und Galle gefunden.
6. Salzsäure, im Magensafte.
7. Pepsin.
8. Eine durch Essigsäure gerinnende und im Maximum von ssigsäure nicht wieder lösliche Substanz, vielleicht dem Pyin verandt, in den Schleimdrüsen (s. oben S. 59).
9. Schwefelcyan, im Speichel. Die Reactionen, durch welche ie Gegenwart desselben dargethan wurde, sind übrigens nach Berzelius' Urtheil noch nicht ganz entscheidend.
10. Mehrere Riechstoffe, z. B. im Schweiße, die selbst in erschiedenen Gegenden des Körpers verschieden sind, die berühmte ura seminalis u. dgl.

Vergleichen wir die verschiedenen Secrete unter sich, so findet ich, daß gewisse Materien allen gemeinsam sind, nämlich die Exractivstoffe und Salze, andere kommen in mehreren Secreten vor ind werden vielleicht noch in mehreren gefunden werden, dahin jehören die Proteinverbindungen und das Fett, noch anderen endlich egegnen wir nur in einzelnen Absonderungen, solche sind Bilin ind Gallenfarbestoff, Harnstoff und Harnsäure, Milchzucker, Salzäure. Die vielverbreiteten Materien sind in den meisten Excreten n geringerer Menge und, wie es scheint, so ziemlich in derselben Proportion enthalten, wie [illegible]n Blute; indessen ist der Harn absolut eicher an Salzen und Extractivstoff und die Milch reicher an Käseloff, als das Blutserum. Diejenigen Bestandtheile, deren Ausscheidung einzelnen Drüsen übertragen ist, sind in dem Absonderungsproducte dieser Drüsen immer in größerer Menge enthalten, ils im Blute, sie sind im Blute nur mit Mühe nachgewiesen worden der fehlen darin ganz. Man kann diejenigen Stoffe, welche ein Secret ausschließlich oder in größerer Menge enthält, als sie im Blute enthalten sind, die specifischen Absonderungsproducte nennen. Die übrigen Producte haben die Secrete mit den Exsudaten, z. B. dem Eiter, gemein und sie würden keinen Beweis für eine besondere Beziehung der Absonderungsorgane zum Blute liefern.

Specifische Absonderungsproducte kann es nur dann geben, wenn eine Drüse einzelne Bestandtheile des Blutes vorzugsweise anzieht oder umwandelt.

Physiologie.

Ob die Drüsen ihr Secret aus dem Blute nur abscheiden oder durch Umwandlung der Bestandtheile des Blutes bereiten, das ist die erste Frage, welche eine Theorie der Absonderung zu beantworten hat. Die Thatsachen, mittelst deren diese Controverse entschieden werden muß, wenn sie überhaupt gegenwärtig entschieden werden kann, habe ich so eben zusammengestellt. Schon früher (S. [illegible]) kam ich aus einem allgemeineren Gesichtspunkte zu dem Resultate, daß die Absonderungsstoffe sich selbstständig im Blute erzeugen und von den Drüsen fertig aus dem Blute aufgenommen werden. Dies findet sich jetzt dadurch bestätigt, daß eine große Zahl von Substanzen dem Blute und den Secreten gemeinsam angehören. Es fragt sich, wiefern es sich auch von denjenigen beweisen oder wahrscheinlich machen läßt, welche in Secreten und nicht im Blute gefunden werden.

Bilin ist wahrscheinlich nur deswegen nicht im Blute vorhanden, weil es durch die Leber beständig wieder entfernt wird. Ein Versuch, wodurch dies eben so festgestellt würde, wie durch Exstirpation der Nieren die Präexistenz des Harnstoffes, läßt sich leider nicht anstellen und deswegen läßt sich auch, so wahrscheinlich es der Analogie nach ist, nicht mit vollkommener Sicherheit behaupten, daß Gelbsucht durch verhinderte Absonderung der Galle und nicht, wenigstens nicht immer durch Aufsaugung der bereits abgesonderten Galle entstehe. Vielleicht würde aber Bilin auch im gesunden Blute nachgewiesen werden, wenn wir ein Mittel hätten, die geringsten Quantitäten desselben zu entdecken. Man kann nicht beweisen, daß es vorhanden ist, aber man kann beweisen, daß, wenn es vorhanden ist, es doch bis jetzt nicht gefunden worden wäre. Konnte doch der Gallenfarbestoff im Blute nur durch die charakteristische Reaction gegen Salpetersäure[1] erkannt und selbst der Harnstoff, trotz seiner Fähigkeit zu krystallisiren, nicht direct aus dem Blute dargestellt, sondern seine Gegenwart nur aus der

[1] s. S. 88.

eränderten Krystallform des Kochsalzes erschlossen werden. Die
)räexistenz des Bilins im Blute ist demnach weder bewiesen, noch
oiderlegt.

Dasselbe gilt von der Harnsäure. Die Harnsäure ist nicht
ıur schwerer darzustellen, als der Harnstoff, sondern auch in 30fach
eringerer Menge im Harne enthalten. Daß ein negatives Resultat
ıier keinen Werth haben könne, leuchtet ein. Uebrigens ist selbst
as negative Resultat nirgends mit Bestimmtheit ausgesprochen.

Milchzucker ist allein in der Milch enthalten, dürfte also
ıuch nur im Blute von Schwangern und Säugenden gesucht wer-
en und müßte nach Krankheit oder Entfernung der Milchdrüsen
ich in demselben in größerer Menge sammeln. Dies wird vielleicht
inmal durch Versuche an Thieren nach Exstirpation der Brustdrüsen
ntschieden werden [1], für jetzt läßt sich zu Gunsten unserer Annahme
ıur auf die oben (S. 100) angeführte Erfahrung Schreger's hin-
veisen, der im Exsudate nach einer sogenannten Milchmetastase
Milchzucker gefunden zu haben behauptet.

Die Milchsäure, welche in vielen Excreten vorkommt, ist
zwar auch im Blute vorhanden, aber an Basen gebunden. Man
müßte demnach den Drüsen die Fähigkeit zuschreiben, sie aus ihren
Verbindungen zu befreien. Wie dies geschehen solle, ohne daß eine
tärkere Säure die milchsauren Salze zersetzt, kann man sich nicht
eicht vorstellen. Dagegen ist eine andere Entstehungsweise der
Milchsäure in den Excreten denkbar. In der Milch entsteht sie höchst
vahrscheinlich durch eine freiwillige Zersetzung des Milchzuckers
(s. S. 102), zuweilen noch innerhalb der Drüse, jedesmal aber ei-
ıige Zeit, nachdem die Milch gestanden hat. Materien, welche
gleich dem Milchzucker die Fähigkeit haben, Milchsäure zu bilden,
können auch in anderen Excreten vorkommen. Stärkemehl, Gummi
ınd Rohrzucker gelangen durch die Nahrungsmittel ins Blut, ein
Theil derselben setzt sich schon im Blute oder auf dem Wege in
dasselbe in Milchsäure um, welche an die Basen des Blutes tritt,
die Kohlensäure derselben verdrängend; ein anderer Theil verbirgt
ich vielleicht in dem Gemisch der extractiven Materien, wird mit
diesen in die Drüsen übergeführt und erst hier unter günstigen Be-
dingungen in Milchsäure verwandelt. Daher kann es kommen, daß

1 Im Blute unverletzter milchender Kühe haben Mitscherlich, Gme-
lin und Tiedemann den Milchzucker vergeblich aufgesucht. Tiedem. und
Trevir. Zeitschr. V, 17.

fast alle Secrete bald sauer, bald neutral, bald alkalisch reagiren und die saure Reaction, z. B. beim Speichel, nicht an dem frisch abgesonderten Secret gefunden wird, sondern erst dann eintritt, wenn es eine Zeitlang in der Drüse oder der Mundhöhle stagnirte[1].

Eisen ist zwar nicht im Plasma des Blutes, aber im Hämatin der Blutkörperchen, und dieses mag leicht sich in geringen Quantitäten dem Plasma beimischen, da die Blutkörperchen in wässerigem Serum einen Theil Farbestoff abgeben und sich auch sonst, wie früher gezeigt wurde, nach vollendeter Reife auflösen. In welcher Verbindung das Eisen in den Secreten vorkomme, ist nicht bekannt.

Die Bildung der übrigen, den Secreten eigenthümlichen Stoffe müssen wir unerörtert lassen. Die meisten derselben, wie das Pepsin, die Riechstoffe, das Schwefelcyan, müssen erst chemisch genauer erforscht und festgestellt werden. Eine zur Zeit unauflösliche Schwierigkeit liegt in der Bereitung der Salzsäure im Magensafte. Daß sie auf Kosten des Chlors der im Blute enthaltenen Chlormetalle, namentlich des Kochsalzes entstehe, unterliegt wohl keinem Zweifel, aber sie kommt im Blute nicht vor und es läßt sich nicht denken, wie die Bestandtheile des Blutes auf einander wirken sollten, um das Kochsalz zu zersetzen. Soll man seine Zuflucht nehmen zu einer Vergleichung der Nervenwirkung mit der Elektricität, welche, wie Purkinje und Pappenheim[2] gezeigt haben, das Kochsalz der Magenschleimhaut zerlegt?

Trotz mancher noch ungelösten Widersprüche glaube ich, daß auch das Resultat dieser specielleren Untersuchung zu Gunsten der Ansicht spricht, welche die Drüsen als Absonderungsorgane im eigentlichen Sinne des Wortes, als Filtra, betrachtet. Ihre specifischen Unterschiede beruhen auf ihrer Verwandtschaft zu bestimmten Bestandtheilen des Blutes, welche sie anziehen oder welchen sie vorzugsweise den Durchtritt gestatten.

Der Grund dieser Verschiedenheiten kann wohl nur in derjenigen Membran liegen, welche wir Tunica propria genannt haben. Zwar läßt sich dies von den einfachsten Drüsenbläschen nicht beweisen, wenn sie, wie wir wahrscheinlich zu machen suchten, im Erwachsenen beständig neu entstehen und vergehen. Membran und Inhalt entwickeln sich hier gleichzeitig, wachsen eine Zeitlang zu-

1 Vergl. J. Müller. Physiol. I, 508.

2 Müll. Arch. 1838. S. 9.

sammen und verschwinden auch vielleicht gleichzeitig, so daß man nicht sagen kann, es bedinge eins das andere. Bei den höheren, zusammengesetzten Drüsen aber ist die Wandung permanent, der Inhalt wechselnd. Bei jenen vergänglichen Drüsen müßte man annehmen, daß das Blut noch im ausgebildeten Körper die Fähigkeit besitzt, einen Keimstoff abzusetzen, welcher sich in Hülle und Contentum, d. h. in Drüsenwand und Secret scheidet. Von den permanenten Drüsen besitzt das Blut zwar die Contenta, ja zu bestimmten Lebenszeiten entwickelt es dieselben selbstständig, aber diese haben nicht die Kraft, Bläschen oder Zellen zu bilden, und das Blut bedarf der präformirten Wände, um sich der Absonderungsmaterien zu entledigen. So ist es z. B. mit der Milch. Ihre Bereitung hängt zunächst nicht von einer erhöhten Thätigkeit der Brustdrüse ab, denn wenn diese aus irgend welchen Gründen unthätig bleibt oder zu fungirrn aufhört, so finden sich die charakteristischen Bestandtheile der Milch dennoch im Blute. Allein zur Ausscheidung derselben ist die Drüse unentbehrlich, und wenn sie ihren Dienst versagt, so bleibt das Blut mit den auszusondernden Stoffen gesättigt und wird untauglich zur Ernährung. So ist es mit der Galle, mit dem Harn, deren wesentliche Bestandtheile nach unterdrückter Secretion an allen Orten deponirt werden. Allerdings gehen sie alsdann auch in andere Secrete über, aber nicht durch Absonderung, sondern durch Ausschwitzung; sie werden von anderen Drüsen nicht angezogen, sondern durchgelassen. Hierüber sogleich noch ein paar Worte. Eine noch höhere Bedeutung, als in den zuletzt erwähnten permanenten Drüsen, gewinnt die Drüsenwand in den Eierstöcken und Hoden. An sie ist selbst die typische Entwickelung des Secretes gebunden. Man könnte nicht wissen, ob die Materien, aus welchen sich die Zeugungsflüssigkeiten bilden, zur Zeit der Pubertät im Blute entstehen oder nicht, weil man sie nur an den mikroskopischen Elementen erkennt: allein es bleiben nach Exstirpation der Drüsen auch die begleitenden Erscheinungen der Geschlechtsreife aus, ein Beweis, daß diese durch die Existenz der Drüsen bestimmt wird.

Von den Zellen der Leber bleibt noch zu erforschen, ob sie sich auflösen und beständig neu erzeugen, oder ob sie die in ihrem Innern enthaltene Flüssigkeit in die Ausführungsgänge durchschwitzen lassen. Im letzteren Falle würde die Wand ihrer Zellen der Tunica propria anderer Drüsen entsprechen, im ersten Falle wären sie den

endogenen Zellen der übrigen Drüsen zu vergleichen und dann wäre die Intercellularsubstanz der Leber der wesentliche Theil des Drüsengewebes.

Es ist keine Frage, daß die Tunica propria der Drüsen nur von aufgelösten Bestandtheilen des Blutes durchdrungen werden kann. Die Flüssigkeit, welche in das Lumen der Drüsenbläschen gelangt, erzeugt aber alsbald neue Zellen und verhält sich zu diesen als Cytoblastem. Sieht man eine Drüsenwand mit einem Epithelium von Zellen ausgekleidet, so wird es fast wahrscheinlicher, daß diese Zellen es seyen, welche die specifischen Stoffe aus dem Blute anziehen und in die Höhle deponiren, um so mehr, da das flüssige Secret sie durchdringen muß, um nur in die Höhle der Drüse zu gelangen. Allein die Natur dieser endogenen Zellen hängt von dem Cytoblastem, die Beschaffenheit des Cytoblastems von der Drüsenwand ab; welchen Antheil also auch die endogenen Zellen an dem Secretionsprocesse später gewinnen mögen, so ist er nur als ein secundärer zu betrachten.

Im Hoden und Eierstocke machen die endogenen Zellen oder das Product derselben den wesentlichen Theil des Secretes aus und ihre Bedeutung kann nicht zweifelhaft seyn. Ueber die Bedeutung der endogenen Zellen in anderen Drüsen ist zur Zeit kein entschiedener Ausspruch möglich. Folgende Vermuthungen kann man darüber aufstellen:

1. Die endogenen Zellen sind Oberhaut oder haben die Bestimmung, es zu werden. Wo sie unordentlich liegen, sind sie noch nicht zur Reife gelangt, wo sie mit dem Secret ausfließen, sind sie zufällig (pathologisch) abgestoßen, wie die Oberhautzellen auf Häuten durch Congestion und Entzündung abgestoßen werden. Man könnte selbst an periodische Häutung denken. Man stellt sich in diesem Falle die Zellen in Beziehung zur Secretion passiv vor. Die Ansicht ist sehr bestechend, wenn man zunächst nur die in der Regel mit einem so regelmäßigen Epithelium ausgekleideten blinddarmförmigen Drüsen des Magens und Darmes vor Augen hat; sie kann aber nicht für alle Drüsen gelten. Das Epithelium fehlt den meisten, während sie kräftig secerniren; gerade solche, die in beständiger Thätigkeit sind, haben nie ein vollständiges Epithelium, wie die Nieren; in den eigentlichen Magensaftdrüsen scheint es sich auch niemals zu entwickeln. Soll man annehmen, daß ein Organ während seiner ganzen Existenz nach einer Vollendung ringe, die es nie erreicht.

aß der Zustand seiner vollen Thätigkeit mit unvollkommener Entwickelung zusammenfalle? Ich möchte daher lieber das Epithelium, wo es vorkommt, wie eine Art Feierkleid ansehen, das die Drüse anzieht, wenn sie unbeschäftigt ist. Selbst in den Samencanälchen schien mir das Epithelium dann am schönsten, wenn die Production des eigentlichen Secretes nicht sehr energisch war.

2. Die endogenen Zellen entstehen zufällig und zwecklos in dem Cytoblastem, so lange es im lebenden Körper verweilt, weil es einmal die Eigenschaft einer lebenden organischen Flüssigkeit ist, Zellen zu bilden. In dieser Beziehung wären die endogenen Zellen den Eiterkörperchen vergleichbar, die sich in exsudirten, sogenannten plastischen Stoffen im Uebermaaße erzeugen, um ausgestoßen zu werden. Die große Aehnlichkeit der Schleim- und Eiterkörperchen spricht für diese Deutung; sie paßt aber nicht auf die Drüsen, deren Lumen nur Zellen und fast keine Flüssigkeit enthält, wie die Nieren, und noch weniger auf diejenigen, deren endogene Zellen eine so eigenthümliche Entwickelung haben, wie die Talg- und Milchdrüsen, der Hoden und Eierstöcke nicht zu gedenken.

3. Die endogenen Zellen tragen auf irgend eine Weise zur Bereitung oder Vollendung des Secretes bei, indem sie entweder durch die Drüsenwand eine Anziehung auf das Blut äußern oder das in den Canälchen enthaltene in sich aufnehmen und irgendwie umwandeln. Ich habe die Blutkörperchen früher schwimmende Drüsenzellen genannt und kann jetzt wieder durch jene die Function der letzteren erläutern. Wie im Blute oder richtiger gesprochen im Chylus die Blutkörperchen, so entstehen im Plasma der Secrete die Zellen durch Combination von Stoffen, die aufgelöst im Plasma vorhanden waren, sie vergrößern sich, indem sie Stoffe aus dem Plasma anziehen, und geben endlich das, was sie enthielten, wieder an das Plasma zurück. Dies geschieht in dem Secrete der Hoden, der Ohrenschmalzdrüsen, vielleicht auch der Milchdrüsen, wie im Blute, dadurch, daß die reifen Zellen sich auflösen. Aus den Magensaftdrüsen kommen sie zwar noch unversehrt hervor und überziehen, von einer zähen Substanz verbunden, die Schleimhaut des Magens, lösen sich aber während der Verdauung größtentheils auf, so daß nur die Cytoblasten übrig bleiben. In Betreff der übrigen Drüsen konnte ich noch nicht zu einer Entscheidung gelangen. Wenn sie sich ebenso verhalten, so sind die Schleimkörperchen, welche man im Schleim, Speichel u. a. findet, wie nach der ersten Annahme,

für unreif abgestoßene Zellen zu halten. Daß dies der Fall ist, wird noch aus einem anderen Grunde wahrscheinlich werden.

Die Function der Drüsen ist zunächst abhängig von der Beschaffenheit des Blutes; ihre Thätigkeit nimmt in dem Maaße ab und zu, als die auszuscheidenden Bestandtheile sich mehren oder mindern, und steigert sich zu ungewöhnlicher Höhe nach einer längeren Unterbrechung, z. B. durch acute Krankheit, während welcher die Excretionsstoffe sich anzuhäufen Zeit hatten. Die Wirksamkeit der Drüsen kann zufällig oder künstlich vermehrt werden dadurch, daß Stoffe ins Blut gelangen, zu welchen sie, wie zu ihren specifischen Absonderungsproducten, in einer besonderen Verwandtschaft stehen. Sie ziehen diese, oft zugleich mit einer vermehrten Menge von Wasser, aus dem Blute an. Materien, welche sich in dem Secrete einer Drüse wiederfinden, wirken deshalb antreibend auf die Secretion der entsprechenden Drüse, ein Schluß zu welchem bereits Wöhler durch seine trefflichen Untersuchungen über den Uebergang von Substanzen in den Harn geführt wurde[1]. Vielleicht ist die Zeit nicht fern, wo man selbst die specifischen Secretionsstoffe nicht als zufällige, mit den Nahrungsmitteln eingeführte Materien, denn als Zersetzungsproducte der lebenden Substanz betrachtet. Berzelius' Bemerkung, daß der Farbestoff der Ochsengalle sich wie Chlorophyll verhalte, scheint mir in dieser Beziehung außerordentlich wichtig. Sollte sich nicht die Wirkung der bitteren Extractivstoffe auf die Gallensecretion nach demselben Princip erklären, wie die Wirkung der Salze, des Terpenthins u. A. auf die Absonderung des Harns?

Aber nicht blos durch die Qualität des Blutes, sondern auch durch die Quantität desselben oder durch die Verhältnisse der Zufuhr werden die Secretionen modificirt und so sind sie auch vom Zustande des Gefäßsystems abhängig. Typisch vermehrt sich der Blutreichthum eines Absonderungsorganes zu der Zeit, wo es in Thätigkeit treten soll, durch Erweiterung seiner Gefäße, vielleicht durch Bildung von neuen. Es versteht sich von selbst, daß die Secretion stockt, wenn die Drüse kein Blut oder eine nicht hinreichende Menge desselben erhält; sie wird daher beschränkt durch Contraction der Gefäße, wie die Secretion der Haut in der Kälte, und ebenso, wenn eine Stasis des Blutes in den Gefäßen eintritt, bei höheren Graden von Con-

[1] Tiedemann und Treviranus' Ztschr. I, 124.

gestion und Entzündung. Vermehrt wird sie durch Alles, was eine mäßige Exsudation des Blutplasma begünstigt, also sowohl durch Verflüssigung desselben, z. B. nach vielem Trinken oder Baden, als auch durch Erweiterung der Gefäße. Die letztere ist, wie früher gezeigt wurde, häufig durch Erregung sensibler oder motorischer Nerven bedingt und so kann mittelbar durch Nervenreize eine Secretion angeregt werden. Im Allgemeinen wird die Transspiration lebhafter in Zuständen allgemein erhöhter Nerventhätigkeit, in der Wärme, in Leidenschaften, durch Spirituosa und andere sogenannte Nervina, durch angestrengte Bewegungen u. s. f. Oertlich wird die Function einzelner Drüsen gesteigert durch specifische Vorstellungen oder durch Reizung entsprechender sensibler oder motorischer Nerven. Der hieher gehörigen Thatsachen sind so mannichfache und sie sind so bekannt, daß ich glaube, mich auf diese allgemeinen Andeutungen beschränken zu dürfen. Eine auf diese Art excitirte Absonderung entzieht übrigens dem Blute mehr als die auszuscheidenden Stoffe und macht einen schnelleren Wiederersatz nothwendig. Dies beweist, um nur eins anzuführen, der Durst, der nach heftigem Schweiße in Folge von Körperbewegung sich einstellt.

Diese, um es kurz zu sagen, durch Congestion vermehrte Absonderung wird in dem Maaße, wie sie an Menge zunimmt, ärmer an den specifischen Secretionsmaterien und an mikroskopischen Elementen. Es läßt sich voraussetzen, daß die gewöhnliche Thätigkeit der Drüsen den Bedürfnissen des Blutes entspricht. Wird zufällig die in einer Drüse circulirende Blutmenge rasch vermehrt, so vermehrt sich nicht in demselben Verhältnisse die Menge specifischer auszuscheidender Stoffe, und was die Drüse erhält und aufnimmt, ist nichts Anderes als der wässerige Bestandtheil des Blutes, wie er überall nach Congestion sich in das Parenchym und auf die Oberfläche des Körpers ergießt, bald ärmer, bald reicher an den festen Bestandtheilen des Plasma. Natürlich mischt sich das Exsudat mit dem bereits in den Canälchen der Drüse angehäuften eigentlichen Secrete und diluirt es. Man könnte dieses gewissermaßen eine Schleim- oder Speichelessenz nennen, die durch Zufluß von Blutwasser verdünnt wird.

Wenn wir übrigens hier von Exsudation des Plasma in die Höhle der Drüsen sprechen, so ist dies nicht ganz wörtlich zu nehmen. Wie wir den Bau der Drüsen kennen, so kann nichts unmittelbar aus den Gefäßen in die Drüsencanälchen übergehen, son-

dern es muß, was die Gefäße abgeben, erst in die Räume zwisch[en] den Canälchen, in das Stroma gelangen. Von da wird es the[ils] von den Drüsen, theils von den Anfängen der Lymphgefäße auf[ge]nommen. Ich kann nicht unterlassen, hier auf die Verwandtsch[aft] in der Function der Drüsencanäle und der Lymphgefäße aufmerks[am] zu machen. Die Kraft, vermöge welcher beide von den in ihre Umgebung deponirten Flüssigkeiten erfüllt werden, ist die Endosmo[se]. welche Substanzen vorzugsweise eindringen, das wird in beiden Fällen durch die Beschaffenheit der Wände bestimmt, in beiden scheint die erste Anfüllung in einem physikalischen Proceß, die For[t]bewegung in einer Muskelaction zu beruhen. Man darf die Anfän[ge] der Lymphgefäße den Drüsencanälchen, die Stämme, so weit s[ie] muskulös sind, den Ausführungsgängen vergleichen.

Die Aehnlichkeit der so eben geschilderten Art von vermehrt[er] Absonderung mit der congestiven und entzündlichen Ausschwitzung leuchtet von selbst ein. In der That treten beide Vorgänge häu[fig] aus derselben Ursache, verbunden und alternirend auf. Dieselbe[n] Vorstellungen treiben das Blut ins Gesicht und locken örtlich Schweiß und Thränen hervor. Wärme vermehrt zugleich die Ha[ut]absonderung und die Turgescenz der Haut, die sich bis zur Ent[]zündung und Exsudation, zur Bildung von Papeln und Bläs[chen] steigert. In fieberhaften Zuständen, besonders den sogenannten rheu[]matischen, lösen Schweiße und Friesel einander ab. Es scheint o[ft] auf einen Zufall anzukommen, ob Congestion in der Nähe einer Drüse sich durch Secretion oder Entzündung entscheide, wie z. B. im Typhus einmal Speichelfluß, ein andermal Parotitis sich ein[]stellt. In eben so naher Beziehung stehen Absonderung und Aus[]schwitzung bei Vermehrung des Wassergehaltes im Blute. Wenn die Drüsen nicht mehr ausreichen das Wasser zu entfernen, so ent[]stehen Exsudationen in ihrer Nähe, welche mit Entzündungsformen Aehnlichkeit haben, Friesel und selbst oberflächliche Geschwüre zugleich mit Schweiß. Dies ist das Kunststück, wodurch die Wasserheil[]künstler kritische Ausschläge erzeugen.

Der Unterschied den ich oben zwischen activer und passiver Secretion gemacht habe, wird nunmehr verständlich seyn. Während die Drüse gewisse Materien anzieht, nimmt sie zugleich, passiv gleichsam gezwungen, die im Plasma des Blutes aufgelösten Sub[]stanzen mit auf. Bei der zufällig, durch vermehrte Exsudation gesteigerten Absonderung gehen sie gleichmäßig in jede Drüse über.

So kann jede Drüse die specifischen Bestandtheile des Harnes oder der Galle ausscheiden, wenn sie durch Krankheit der Nieren oder der Leber im Blute zurückgehalten werden. Aber diese Bestandtheile finden sich dann ebensowohl im Plasma, welches die Interstitien der Gewebe füllt, in ausgeschwitztem Serum und, wie ich nicht zweifle, auch im Eiter. Wollte man in einem solchen Falle die Drüse, die das Secret zu Tage fördern hilft, eine vicariirende nennen, so würde in der Gelbsucht der ganze Körper mit Haut, Sehnen, Knorpeln und Knochen nichts als eine vicariirende Leber seyn. In den sogenannten Milchmetastasen, d. h. in den Fällen, wo die Bestandtheile der Milch wegen Unthätigkeit der Brustdrüse im Blute bleiben, sind allerdings die stellvertretenden Secretionen und Exsudationen auf einzelne Organe, namentlich auf den Darm und die serösen Häute beschränkt. Dies erklärt sich dadurch, daß der für das Auge charakteristische Bestandtheil der Milch, die Fettkügelchen, nicht aufgelöst und daher nicht geeignet ist, jede Drüsenwand zu durchdringen.

Ich habe noch ein Argument nachzutragen zu Gunsten der Ansicht, daß die Schleimkörperchen unzeitig, vor vollendeter Entwickelung ausgestoßene Elemente seyen. Ohne Zweifel kann eine zufällig und plötzlich herbeigeführte Ueberschwemmung der Drüse ebensowohl die an ihrer inneren Oberfläche haftenden Zellen gewaltsam ablösen, wie eine Exsudation an der Oberfläche der Haut das Epithelium abstreift und wegführt. Je rascher sich die Exsudationen in den Drüsen folgen, um so entfernter sind die sich beständig regenerirenden Zellen von dem Ziele ihrer Entwickelung, und es könnte allerdings lange dauern, bis einer Zelle gestattet wird, dasselbe zu erreichen, sey es nun, daß sie Oberhaut werden oder sich schließlich von selber auflösen soll. Es muß auffallen, daß die Schleimkörperchen nur in denjenigen Secreten sich finden, welche wir nicht anders, als bei außerordentlichen Veranlassungen, auf äußere Reize, flüssig oder in merkbarer Quantität zu sehen bekommen (Thränen, Speichel, Schweiß, Schleimsaft), nicht aber im Secrete der Nieren, welches auch ohne Congestion erregende Einflüsse wässerig ist. Freilich sind die endogenen Zellen der Nieren, deren Kern sich durch Essigsäure nicht spaltet, schwer von den feineren Epitheliumzellen der Harnwege zu unterscheiden.

Durch häufigere äußere Reize, durch jede Art künstlicher Beförderung der Secretion kann die Thätigkeit einer Drüse dauernd

verstärkt, sie kann geübt und habituell werden. Dies beruht zum Theil nur auf habitueller Congestion oder Neigung zu Congestionen, diese wieder auf directer oder indirecter Lähmung der Gefäße, und die Uebung der Secretionen erklärt sich zuletzt aus den für das ganze Nervensystem gültigen Gesetzen. Aber auch die Erzeugung specifischer Secrete läßt sich durch Reizung befördern, zwar nicht aller, namentlich nicht der eigentlichen Auswurfsstoffe, aber offenbar wird die Quantität, in welcher Milch und Samen gebildet werden, bis zu einer gewissen Grenze durch den willkürlichen Verbrauch bestimmt. Vielleicht ist die Entleerung des Ausführungsganges von Einfluß, insofern dadurch die Drüsencanäle in den Stand gesetzt werden, neue Materien aus dem Blute aufzunehmen. Vielleicht wirkt bei der Regeneration der genannten Secrete ein analoges Princip, wie das, welches die Regeneration anderer, fester Gebilde bestimmt. Wir haben gesehen, wie die Horngebilde, namentlich Nägel und Haare, deren Wachsthum eine bestimmte Grenze hat, auf welcher sie verharren sollen, fort und fort nachwachsen, wenn sie verhindert werden, die Grenze zu erreichen. Die Erzeugung junger Zellen an der Nagelwurzel, die mit Vollendung des Nagels aufhören sollte, dauert das ganze Leben hindurch, wenn der Nagelrand beständig entfernt wird. Eben so könnte die Bildung eines Secretes vermehrt und aus einer periodischen in eine continuirliche verwandelt werden, wenn es immer fort ausgeschieden wird. Daß das Secret oft darunter leide und seine volle Entwickelung nicht erreiche, dafür liefert die Erfahrung hinlängliche Belege. Der Einfluß des Nervensystemes auf die Qualität der Secretionen, wovon wir oben (S. 760) einige Beispiele angeführt haben, ist durchaus räthselhaft.

So lange ein Secret in den Drüsenläppchen und Canälchen verweilt, findet keine Art von Bewegung desselben statt. Man darf sich nicht vorstellen, daß die Absonderung blos in den blinden Enden der Drüsen geschehe und von da an continuirlich fortrücke. In den netzförmigen Drüsen, an welche man dabei zunächst denkt, existiren solche blinde Enden entweder gar nicht oder sind doch unwesentlich. So weit die Membran einer Drüse gleich beschaffen ist, so weit secernirt sie an allen Stellen gleichzeitig und der flüssige Theil des Productes kommt in die Ausführungsgänge, weil von ihrer Seite her der geringste Widerstand stattfindet. Sind sie verstopft oder aus anderen Gründen unwegsam, so führen die Lymphgefäße einen

Theil des Secretes ab und endlich stockt die Absonderung gänzlich. Ob Drüsenbläschen, dadurch, daß in ihren Wänden sich Fasern entwickeln, das Vermögen erhalten sich zusammenzuziehen, kann man weder behaupten, noch bestreiten. In den Ausführungsgängen angelangt, wird die Flüssigkeit mittelst peristaltischer Bewegung langsam weiter geführt (s. S. 596), zuweilen auch rasch und im Strahle ausgetrieben, wie von den Speichel- und Milchdrüsen bekannt und vom Vas deferens wahrscheinlich ist. Krämpfe und Lähmungen der Ausführungsgänge als Ursache zögernder Excretion sind zwar nicht entschieden nachgewiesen, doch berechtigt die Analogie, sie anzunehmen und zur Erklärung pathologischer Erscheinungen zu benutzen. Einen Icterus spasticus, von krampfhafter Verschließung der Gallenwege nahmen schon die Alten an, weil sie eine Form beobachteten, die bei Gemüthsaffecten zugleich mit Contraction des Bindegewebes und der Hautgefäße auftrat. Krampfstillende Mittel beseitigen diese Krankheit. Hausmann spricht von einer Zusammenziehung der Ausführungsgänge der Milchdrüsen, welche das Melken hindert, dem sogenannten Aufziehen der Milch, als einer bei Kühen und Eselinnen gewöhnlichen Erscheinung [1]. Eine Atonie der Ausführungsgänge der Leber, in deren Folge die Gallenabsonderung träge scheint und die Leber turgescirt, wird durch Arzneimittel gehoben, welche sich im ganzen Bereiche der unwillkürlichen Muskeln wirksam zeigen, die peristaltische Darmbewegung und die Expectoration befördern. Ein solches Mittel ist vor allen der Brechweinstein.

In teleologischer Beziehung dürften die Drüsen kaum in Eine Classe gestellt werden. Welch eine Verschiedenheit, wenn wir die Beziehung zum Organismus betrachten, zwischen Nieren und Eierstock oder Hoden! Jene, beauftragt das Blut von einem Auswurfsstoffe zu befreien, diese, die Bildungsstätte eines neuen Individuums, jene nur um des Blutes willen angelegt, diese der Mittelpunkt der Existenz eines ganzen Organismus. Und doch giebt es selbst hier verbindende Uebergänge. Die Milchdrüse schließt sich einerseits an die keimbereitenden Drüsen an, da sie Stoffe zur Ernährung des Neugeborenen liefert, andrerseits ist sie ein unentbehrliches Glied in der Reihe der Organe, welchen die Erhaltung der normalen Blutmischung obliegt.

Nach ihrem Nutzen kann man die Drüsen in folgende Abthei-

1 Die Zeugung des weiblichen Eies. S. 20.

lungen bringen, von welchen aber, wie gesagt, nicht behaup
werden soll, daß sie genau von einander abgegrenzt seyen.

1. Die eigentlichen Collutorien, Reinigungsorgane des Blu
Es sind diejenigen, welche specifische Materien aus dem Blute
ziehen, nur um sie aus dem Körper zu entfernen, Materien, wi
das Blut zur Ernährung der Organe untauglich machen wür
Ich rechne dahin die Leber, die Niere und, als Abscheidungs
der Kohlensäure, die Lunge.

2. Drüsen, welche specifische Materien aus dem Blute
fernen, aber nicht allein deshalb, um das Blut davon zu befrei
sondern um sie ferner in der Oekonomie zu verwenden. Es
möglich, daß die Leber in diese Abtheilung gestellt werden
indeß ist ihr Antheil an der Chylusbereitung nicht erwiesen[1]. Jed
falls gehören die Milchdrüsen hieher.

3. Drüsen, die eine specifische Materie führen, und die
zu bestimmten Zwecken verwenden, ohne dadurch mehr Einfluß
die Blutmischung auszuüben, als jedes andere Organ: Talgdr
Meibom'sche und Ohrenschmalzdrüsen, ferner die Drüsen,
den Magensaft absondern. Das specifische Secret scheint
den letzteren erst innerhalb der Drüse aus den indifferenten
stanzen des Blutes zu bilden. Die Unterdrückung der Secr
bringt unmittelbar keine merkliche Alteration des Blutes hervor

4. Die Drüsen, welche ich in diese Classe bringen will,
fache und zusammengesetzte Schleimsaftdrüsen, Thränen- und
cheldrüsen, Pankreas und Schweißdrüsen, werden vielleicht
Theil in die vorige vorrücken, sobald in ihrem Secrete ein
fisches Product nachgewiesen seyn wird. Bis jetzt kann ich
die Milchsäure im Schweiße, noch die durch Essigsäure
Materie im Schleimsafte als ein solches anerkennen. Ueber
habe ich mich bereits ausgesprochen, diese ist überhaupt
wenig bekannt und mag vorläufig mit dem Pyin zusammen
werden, welches, ohne Mitwirkung eines Secretionsorganes,
Exsudaten vorkommt und demnach wahrscheinlich ebenfalls einer
teren Umwandlung irgend eines der näheren Bestandtheile des
seinen Ursprung verdankt. Was man von der Beziehung
Drüsen zum Blute behaupten kann, ist, daß sie überhaupt
Masse und namentlich den Wassergehalt desselben vermindern.

1 J. Müller's Physiol. I, 554.

Wassermenge, welche durch die unmerkliche Hautausdünstung dem Blute entzogen wird, ist beträchtlich, indeß findet diese Verdunstung gewiß nicht blos durch die Gefäße der Drüsen, sondern durch das ganze Capillarnetz der Haut statt. Unterdrückung derselben in weiteren Strecken würde also, unserer Ansicht nach, nicht dadurch nachtheilig, daß ein eigentlich virulenter Auswurfsstoff im Blute zurückgehalten wird, sondern durch Vermehrung der Blutmasse (Plethora) und Verdünnung des Blutes. Oertliche Unterdrückung des Schweißes läßt sich nicht als eine das Blut alterirende Schädlichkeit betrachten [1], deswegen nicht, weil sie, insofern sie dem Blute indifferente Stoffe und namentlich Wasser entziehen, einander vertreten und durch die eigentlichen Collutorien vertreten werden. Durch den Wassergehalt des Blutes stehen alle diese Drüsen untereinander in Consensus, aber mit bestimmten Modificationen. Wenn die Haut-

1 Indem ich den Antheil, welchen die Haut und die Schleimhäute an der Erhaltung der normalen Blutmischung haben, auf diese Weise beschränke, weiß ich wohl, welchen Anstoß ich bei den Aerzten errege, die so oft in der Trägheit der genannten Organe den Grund von Verderbnissen der Säfte suchen und eine Heerde von Krankheiten aus örtlicher Unterdrückung der Hautthätigkeit ableiten. In letzterer Beziehung kann ich nur wiederholen, was ich in den Pathol. Unters. S. 271 über die Erkältungen vorgebracht habe. Ich kann sie danach nur für eine auf die Hautnerven wirkende Schädlichkeit halten, ihre nachtheiligen Folgen beruhen in Störungen des Gleichgewichtes im Nervensysteme, die Indicatio causalis verlangt, den Tonus der Hautnerven herzustellen. Man kann diese nicht reizen, ohne, nach den Gesetzen des Antagonismus zwischen sensibeln und Gefäßnerven, eine Lähmung der letzteren, Congestionen, Schweiße herbeizuführen. Der Schweiß, wenn es gelingt ihn herauszutreiben, ist nur ein Symptom der gelungenen Irritation der Hautnerven, eine Krisis im alten Sinne des Wortes. Epispastica, Frictionen thun in der Regel dieselben Dienste, wie anhaltendes Schwitzen.

Die Theorien, welche seit der Erfindung der Cardinalsäfte über Verschleimung, Versetzungen und Abführungen des Schleimes aufgestellt wurden, hat allein die Medicin zu verantworten, welche sich die empirische nennt, und man muß es der Physiologie zum Ruhme nachsagen, daß sie sich, seit sie eine selbstständige Disciplin geworden, der Theilnahme an diesen Mystificationen ganz enthalten hat.

Die Folgen allgemein unterdrückter Hautperspiration untersuchte Fourcault bei Thieren, indem er den Körper derselben mit unburchdringlichen Mitteln, Firniß u. dgl. überzog. Es erfolgten Ueberfüllung der Herzhöhlen und Hohlvenen, Entzündungen innerer Organe und der Tod. Wenn ein größerer Theil der Haut impersipirabel gemacht war, so bildeten sich chronische Irritationen, Tuberkeln u. s. f. (*Comptes rendus. 1837. 26 Mars*).

oder Schleimsaftdrüsen eine geringere, als die normale Quantität Wasser entfernen, so ist in gesunden Körpern jederzeit die Niere bereit, den Ueberschuß aufzunehmen. Nicht umgekehrt. Wenn die Nierensecretion vermindert ist, tritt kein vicariirender Schweiß ein, sondern Wassersucht. Dies ist ein für die Theorie der Absonderung sehr interessantes Phänomen. Es beweist nämlich, daß die Niere eine active Beziehung zum Wasser hat, daß dagegen die übrigen, hier genannten Drüsen zu dem Wasser im Blute in keinem anderen Verhältnisse stehen, als das Bindegewebe und alle andere Gewebe. Bei vollkommenem Gleichgewichte aller Gefäße setzen sogar die Gefäße der Haut- und Schleimhautdrüsen dem durchschwitzenden Plasma mehr Widerstand entgegen, als die Gefäße des Bindegewebes und der serösen Häute, und jene müssen erst gelähmt, durch Nerveneinfluß erweitert werden, wenn sie vicariirend für die Nieren wirken sollen. Es müssen Diaphoretika auf die Haut, drastische Purganzen auf den Darm wirken, wenn die Haut- oder Darmdrüsen das im Ueberfluß vorhandene Wasser durchlassen und den serösen Häuten gleichsam den Rang ablaufen sollen. Deswegen ist es nöthig, in Fällen, wo das Blut durch unmäßiges Wassertrinken so verdorben wird, daß die Nieren zur Herstellung desselben nicht hinreichen, durch Wärme u. dgl. die Hautgefäße auszudehnen, oder sie in einen lähmungsartigen Zustand zu versetzen. Vermehrt sich nach Unterdrückung der Hautthätigkeit eine andere Secretion, als die der Nieren, tritt z. B., was am häufigsten der Fall ist, Diarrhöe ein, so fand entweder eine specielle Sympathie zwischen den durch die Erkältung getroffenen Nerven und den Nerven des secernirenden Organes statt, oder dieses war schon vorher in erhöhter Erregung, Pars minoris resistentiae. Ich benutze zugleich diese Gelegenheit, um nochmals darauf aufmerksam zu machen, was es mit der sogenannten Secretion der serösen und Schleimhäute für eine Bewandtniß habe. Der Secretion der eigentlichen Drüsen gleicht sie nur insofern, als diese auch passiv, d. h. Exsudation seyn kann.

Der gewöhnliche Zweck der Drüsen dieser vierten Abtheilung, außer der angegebenen Wirkung auf das Blut, ist, die Oberflächen, auf welchen sie münden, feucht zu erhalten. Dieser Zweck wird an einer Stelle durch eine Menge einfacher oder kleiner Drüsen erreicht, welche in der Wand der Membranen vergraben sind, an anderen Stellen, wo die Membranen feiner seyn sollten, durch eine einzige oder mehrere größere Drüsen, wie die Thränendrüse, Prostata u. a.

Zugleich sind sie offenbar in eventum angelegt, um im Falle iner Congestion eine Partie Plasma entleeren zu können. Die bei er Beziehung zwischen sensibeln und Muskelnerven einerseits und Gefäßnerven andrerseits unvermeidlichen Exsudationen werden un-chädlich gemacht dadurch, daß sie sich in Höhlen ergießen, welche n einer normalen offenen Communication mit der Körperoberfläche tehen. Sie würden sonst noch viel häufiger zu Entzündungen und elbst zu Apoplexien Anlaß geben. Weiterhin wird selbst das Exsudat och nützlich verwandt. Es dient zur Verflüssigung der Nahrungs-nittel, des Samens, zum Abstumpfen chemischer, zum Wegschwem-nen mechanischer Schädlichkeiten. Es wird auch zum Theil wieder n das Blut aufgenommen [1]. Häufig sind aber auch die Secre-ionen zwecklos, nur zufällig, wie der Schweiß bei Anstrengungen, ie Thränen in Leidenschaften, und sie können in Beziehung zum Blute sogar nachtheilig seyn, so daß das verlorene Wasser durch Getränk wieder ersetzt werden muß.

5. Keimbereitende Drüsen, Eierstock und Hoden. Bei ihnen tritt die Wirkung auf das Blut ganz zurück. Die Elemente, welche ie erzeugen, nehmen gewissermaßen den Rang von Organen ein, die sich ablösen, um selbstständig zu werden. Welchen Antheil die Samenfaden an der Bildung des Embryo nehmen, ist ganz in Dunkel gehüllt; kaum darf man einen materiellen Uebergang der-elben in das Ei erwarten. Daß sie aber die wesentlichen und othwendigen Bestandtheile des Samens seyen, das scheint mir ine völlig ausgemachte Thatsache, nachdem man sie in dem zeu-jungskräftigen Samen fast aller Thiere gefunden [2], nachdem man ie bis zum Eierstocke lebend verfolgt [3], nachdem endlich Prévost [4] argethan hat, daß von filtrirtem Froschsamen nur der auf dem Filtrum gebliebene Theil befruchtet. So unbegreiflich bei diesen Elementen der Grund der Bewegung ist, so scheint mir der Zweck

1 Oefters werden danach Secretionen von den Excretionen unterschieden, ls welche letztere blos zum Auswerfen bestimmt seyen. Allein vom Urine und en Excrementen, wenn sie in ihren Canälen zurückgehalten werden, nehmen ie Saugadern ebenfalls die flüssigeren Theile wieder auf, wodurch der Urin esättigter, die Excremente trockner werden.

2 Vgl. Kölliker, Beitr. S. 50 ff.

3 Bischoff und R. Wagner, in dessen Physiol. S. 49. Barry in Fror. N. Not. Nr. 228.

4 *l'Institut. 1840. No. 362.*

derselben nicht fern zu liegen. Es läßt sich kein Mittel erdenken, wodurch sie zum Eierstocke gelangen, wenn sie sich nicht selbst dahin bemühen. Contraction der Tuben könnte erst dann wirken, wenn sie in den Tuben sind; bei der Begattung kommen sie aber sicherlich nicht weiter, als zum Uterus. Die Cilien, an die man zunächst gedacht hat, flimmern, wie oben erwähnt, in der Richtung von innen nach außen. Vielleicht will man annehmen, daß sie nach dem Beischlafe die entgegengesetzte Bewegung annehmen. Dann bleiben immer noch die Fälle unerklärt, wo Schwängerung bei unvollkommener Begattung erfolgte, die wenigstens dann nicht zweifelhaft sind, wenn zur Zeit der Geburt das Hymen noch bestand. Da sich die Samenfaden einmal bewegen, so weiß ich nicht, warum man nicht annehmen soll, daß sie sich auch zum Eierstocke bewegen können. Ich will nicht behaupten, daß sie dies mit Verstand und Bewußtseyn des zu erreichenden Zieles thun, wie beseelte Wesen, aber gerade dann, wenn sie zufällig und nach allen Richtungen sich zerstreuen, müssen einige auch auf die rechte Straße kommen. Daß dies einigermaßen von einem glücklichen Zufalle abhängt, sieht man an dem häufigen Mißlingen der Versuche zu befruchten, und es versteht sich von selbst, daß der Erfolg um so leichter glücklich ausfallen muß, je näher die Samenfaden beim Coitus dem Orte ihrer Bestimmung gebracht werden, ohne daß man darum behaupten darf, daß das Eindringen des Samens in den Uterus schon während der Begattung eine ganz unerläßliche Bedingung zur Befruchtung sey. Uebrigens ist die Geschwindigkeit der Samenfaden nach der oben angestellten Berechnung gar nicht gering anzuschlagen. Wenn sie sich unterwegs nicht aufhalten und nicht vom Wege abkommen, so können sie beim Menschen die Tuben der ganzen Länge nach in etwa einer halben Stunde durchlaufen. Daß sie dies thun kann man nicht voraussetzen, vielmehr scheinen die so auffallenden Variationen in der Zeit, binnen welcher die Eier sich nach der Begattung vom Eierstocke lösen [1], darauf hinzudeuten, daß die Bewegungen der Samenfaden unsicher seyen. Da aber die Ablösung doch immer entweder binnen einer bestimmten Frist oder gar nicht stattfindet, so ist anzunehmen, daß die Samenfaden nach einiger Zeit auch in dem Uterus und den Tuben sterben.

Die Entwickelung des Drüsengewebes ist trotz vieler müh-

1 Bischoff in R. Wagner's Physiol. S. 95.

oller Arbeiten noch fast völlig unbekannt. Zu den Schwierigkeiten
istogenetischer Untersuchungen überhaupt kam hier noch der Umstand,
aß durch die leichter in die Augen fallenden Verästelungen des
lusführungsganges die Aufmerksamkeit von der eigentlichen Drü-
ensubstanz abgezogen wurde. Da die vollendete Drüse nur ein ins
lnendliche verzweigter Ausführungsgang schien, so genügte es, die
Entstehung des letzteren und das Princip, wonach seine Verzwei-
ungen sich vervielfältigen, bis zu einer gewissen Grenze zu ver-
olgen. Der Keimstoff oder das Blastem, welches zwischen den
esten übrig blieb und von welchem man annahm, daß es sich
ulezt in interstitielles Bindegewebe umwandle, enthielt aber eben
ie eigentliche Drüsensubstanz. Was wir von der Entwickelung der
Drüsen wissen, beschränkt sich daher, mit Ausnahme einiger Beob-
chtungen, auf die äußere Formation des Keimstoffes und auf die
Bildung der Ausführungsgänge. Doch sind auch hierin noch manche
ücken und Controversen.

Der Keimstoff, das Blastem oder, wie wir jetzt sagen würden,
ytoblastem der Drüsen ist eine anfangs helle, später etwas trübe,
allertartige Substanz von der späteren Form der Drüse, das Bla-
em der Thränendrüse oder Parotis z. B. schon früh durch Ein-
erbungen in Läppchen abgetheilt[1] und man kann der Analogie nach
orausſetzen, daß diese äußere Begrenzung zu einer Zeit vollendet
, wo das Gewebe noch keinen seiner specifischen Charaktere dar-
etet. Wahrscheinlich besteht es überall aus kernhaltigen Zellen.
as Gewebe des Hoden ist nach Valentin vor der Ausbildung
r Samencanälchen körnig[2], das Blastem der Speicheldrüsen nennt
einen körnerartigen Stoff[3], dessen Körnchen einen Durchmesser
n 0,0030—0,0036‴ haben. Reichert[4] sah die Leber junger
oschembryonen aus Zellen gebildet, welche größtentheils schon
ue Generationen in ihrem Innern enthielten.

Von vielen Drüsen ist es unzweifelhaft, daß ihr Cytoblastem
bständig entsteht, unabhängig von dem Ausführungsgange und
n der Oberfläche, auf welche sie ihr Secret ergießen. Man weiß

1 Müller, Gland. secern. p. 53. 61. Tab. V. fig. 8. Tab. VI.
. 11. 12. b.

2 Entwickelungsgesch. S. 391.

3 Ebendas. S. 532.

4 Entwickelungsleben. S. 24. Taf. I. Fig. 7.

es von den Nieren[1], den Hoden und Eierstöcken[2], von denen die letzteren sogar zeitlebens isolirt bleiben. Die Canälchen der Parotis sind, wie J. Müller bemerkt[3], keine Fortsetzung der Schleimhaut des Mundes, sondern entstehen in dem Blastem selbst, so daß also auch dies als ein anfänglich gesondertes angesehen wird. Von anderen Drüsen, namentlich dem Pankreas und der Leber, wird dagegen allgemein angenommen, daß sie ursprünglich aus dem Darme, als Auswüchse oder Sprossen desselben hervorkeimen[4]; nur Reichert behauptet auch von diesen den gesonderten Ursprung[5]. Näher geprüft sind beide Ansichten nicht so weit auseinander. v. Baer[6] und Joh. Müller[7] sahen die Leber zuerst als eine zweilappige Anschwellung der Wand der Speiseröhre in die Gefäßschicht ragen, in welcher Anschwellung eine mit der Darmhöhle communicirende Höhlung erschien; nach Reichert liegt die Zellenmasse, aus welcher sich die Leber (beim Frosche Leber und Pankreas) entwickelt, außen auf dem Darme, sie scheint identisch mit der Masse, welche v. Baer und Müller, ohne sich des Mikroskops zu bedienen, als eine bloße Anschwellung der Darmhaut ansahen. Die Differenz beruht zuletzt darin, ob diese Anschwellung von Anfang an hohl und mit dem Darme in offener Gemeinschaft ist, oder ob die Höhle und deren Communication mit der Darmhöhle erst nachträglich auftritt. Nach Reichert's Untersuchungen muß man sich für das Letztere entscheiden und die Bezeichnung der Leber als einer Ausstülpung des Darmes ist dann allerdings nicht richtig.

Das Blastem der netzförmigen Drüsen verwandelt sich, abgesehen von der geringen Menge von Bindegewebe in den Hoden und von den Gefäßen und Nerven, ganz und gar in Drüsensubstanz

1 J. Müller's Bildungsgesch. der Genitalien. S. 47 ff. Rathke, Bildungsgesch. des Menschen und der Thiere. II, 95. Entwickelungsgesch. der Natter. S. 96. Valentin, Entwickelungsgesch. S. 408.

2 J. Müller, Bildungsgesch. a. a. O. Valentin, a. a. O. S. 3[illegible]

3 Gland. secern. p. 60.

4 Nach Rolando, Rathke, v. Baer, J. Müller und Valentin, vgl. des Letzteren Entwickelungsgesch. S. 514. Rathke, Entwickelungsgesch. der Natter. S. 18.

5 Entwickelungsleben. S. 51. 189.

6 Burdach, Physiol. II, 288.

7 Gland. secern. p. 77.

as Blastem der traubigen Drüsen und der Leber wird zum
Theil zur Bildung der Verzweigungen des Ausführungsganges ver-
wandt. Diese zeichnen sich bald als zierliche, weiße, zuweilen an
en Enden etwas angeschwollene Streifen in der gallertartigen Masse
us[1]. Valentin[2] machte die interessante Beobachtung, daß sie
icht durch Verlängerung und seitliche Ramification eines Haupt-
anges, sondern auf folgende Weise entstehen: in der Nähe des
hauptganges oder eines größeren Astes desselben bilden sich selbst-
ändig längliche, bald gegen die Peripherie hin angeschwollene dichtere
Massenanhäufungen, welche zuerst in durchaus keiner Verbindung
nit dem Hauptgange stehen, ja von ihm um eine kleinere oder
twas größere Strecke entfernt sind. Diese verbinden sich nun mit
em Hauptgange oder dessen Ramificationen. Auf die Entwickelung
es Ausführungsganges scheint auch bezogen werden zu müssen,
vas Valentin später[3] über die Bildung der hohlen Räume in
en Drüsen bemerkt: Wo die Cavität sich bilde, zeichne sich die
Drüse zuerst durch größere Durchsichtigkeit und helleren Farbenton
us, an diesen Stellen sey sie weniger zähe und flüssiger, als die
rsprüngliche Blastemmasse. Bald zeige sich an der Stelle der
höhlenbildung eine helle, farblose, rein flüssige Masse und eine aus
undlichen Körnern bestehende Peripherie; diese Körner bilden bald
n Epithelium, welches nach außen hin durch neue Lagen verstärkt
verde, während die inneren sich abstoßen und in der Flüssigkeit
uspendirt bleiben. Indem sich diese Körner nach und nach in
nmer größerer Menge sammeln, erhalten die Gänge die weiße
arbe, welche sie später auszeichnet.

Von dem Theile des Ausführungsganges, der außerhalb der
Drüse und demnach anfangs außerhalb des Blastemes liegt, ist es
icht gewiß, ob er sich von der Mündung gegen die Drüse, oder
ngekehrt von der Drüse nach außen hin entwickele oder ob der
eimstoff dafür an allen Stellen zugleich entstehe[4]. Das Letztere

1 E. H. Weber, Meck. Arch. S. 278. Taf. IV. Fig. 18 (Parotis.
as Blastem selbst ist übersehen). Rathke in Burdach's Physiol. II, 502.
üller, Gland. sec. p. 52. Tab. V. fig. 8 (Thränendrüse). p. 60. Tab. VI.
g. 9—12 (Speicheldrüsen). Gurlt, Physiol. Taf. III. Fig. 1—3.

2 Entwickelungsgesch. S. 523.

3 Müll. Arch. 1838. S. 528.

4 Rolando (*Journ. complém. XVI, 53*) hatte den Harnleiter als eine
usstülpung der Harnblase angesehen. Nach Rathke (Bildungsgesch. II, 99)

ist am wahrscheinlichsten und vielleicht ist es zufällig, daß bald dieser, bald jener Theil in der Entwickelung voraus ist. Auch der Stamm des Ausführungsganges ist anfangs solid, wird später hohl und bricht einerseits gegen die Körperhöhle, andrerseits gegen die Aeste durch oder wird von den letzteren durchbrochen. Bei den netzförmigen Drüsen entwickelt sich noch ein intermediäres Gebilde, Kopf des Nebenhoden und Nierenbecken, zwischen dem Stamme des Ausführungsganges und den Drüsencanälchen, um später die Communication zwischen beiden zu vermitteln[2].

Von dem Ausführungsgange der Leber geben Baer[3] und Müller[4] an, daß die Aeste der anfangs dem Darme dicht aufsitzenden Masse bei fortschreitender Entwickelung an der Basis unter einem Winkel zusammenstoßen und einen gemeinsamen Canal bilden, welcher sich später verlängert.

Was über die Genesis der eigentlichen Drüsensubstanz die bisherigen Untersuchungen lehren, ist Folgendes:

Die Nierencanälchen entstehen nach Valentin in jeder Pyramide als Ausstülpungen der Begrenzung, gleichsam der Haut oder der Wandung derselben (?). Sie sind anfangs gerade gestreckt, einige wenige Büschel, die vom inneren Rande der Niere sich strahlig gegen die Oberfläche verbreiten und hier mit einer Menge kleiner hohler Auftreibungen enden. Allmählig vermehren sie sich auf Kosten des Blastemes, werden länger und gewunden. Ihre Weite ist relativ um so bedeutender, je jünger die Niere; bei einem 5‴ lan-

und Valentin (Entwicklungsgesch. S. 410) scheint er eher von der Niere auszugehen, wenigstens ist er anfangs am oberen Theile stärker und wird nach unten feiner. Tuba und Samenleiter gehen aus dem Ausführungsgange des Wolff'schen Körpers hervor, bei den Säugethieren wahrscheinlich als ein Seitenzweig desselben (Müller, Bildungsgesch. S. 33. 48); Jacobson (Die Oken'schen Körper oder die Primordialnieren. Kopenh. 1830) giebt an, daß ihre Bildung von außen nach innen erfolge; wie Rathke vermuthet (Meck. Arch. 1832. S. 382) entstehen sie mit einem Male nach ihrer ganzen Länge.

1 Rathke, Meck. Arch., a. a. O. Valentin, Entwickelungsgesch. S. 410.

2 Die Entwickelung der Coni vasculosi, unabhängig von Hoden und Samenleiter, beobachtete J. Müller bei Säugethieren (Bildungsgesch. S. 60). Von dem Nierenbecken behauptet Valentin die selbstständige Entstehung a. a. O. S. 411.

3 Burdach, Physiol. II, 300.

4 Gland. secern. p. 77.

zen Schweinsembryo betrug sie zwischen 0,027 und 0,06‴ (Valentin), ist also absolut größer, als beim Erwachsenen [1].

Die Entwickelung der Samencanälchen scheint von der Oberfläche gegen die Mitte des Hoden fortzuschreiten. Es bestehen anfangs, bei Schweinsfötus von 2—2½″, breite Leisten (von 0,15‴ Durchmesser), diese theilen sich in schmalere von 0,048—0,06‴, welche unmittelbar in die Samencanälchen überzugehen scheinen. Relativ sind sie in früheren Stadien größer, als später, absolut bleibt ihre Größe sich ziemlich gleich [2].

Ich muß hier noch der Wolff'schen Körper gedenken, welche in den ersten Zeiten des Embryolebens entstehen und noch vor der Geburt wieder schwinden. Durch ihren röhrigen Bau schließen sie sich den Nieren und Hoden an. Die Canälchen derselben entstehen gleich den Nierencanälchen, als kurze, mit einem angeschwollenen blinden Ende versehene Därmchen; sie gehen unter einem rechten Winkel von dem Ausführungsgange aus, welcher longitudinal an dem einen Rande der Drüse herabläuft. Allmählig werden sie länger, gewunden, ihre Enden verlieren sich in die Tiefe. Im entwickelten Zustande enden sie unverzweigt, ohne Anschwellung, blind (Müller). Ihren Durchmesser giebt Müller zu 0,036‴ an [3]. Ganz ähnlich verhalten sich in ihrer Entwickelung nach Müller's Beschreibung die Nieren der Batrachier [4].

Was die traubigen Drüsen betrifft, so scheinen bei einem 5″ langen Schafembryo nach J. Müller's Abbildung, Gland. secern. Tab. VI. fig. 12, b die primären Läppchen schon vollendet zu seyn. Für solche halte ich auch die rundlichen Körperchen aus dem Pancreas eines Vogelembryo Tab. VII. fig. 8 u. 9 und aus derselben Drüse eines 4″ langen Schaffötus Tab. VII. fig. 10. Der traubige Bau der Bläschen ist entweder zu dieser Zeit noch nicht ausgebildet oder konnte bei der angewandten Vergrößerung nicht wahrgenommen werden.

Es läßt sich ebenso wenig entscheiden, in welchem Verhältniß

1 Rathke in Burdach's Physiol. II, 573. Müller, Gland. sec. p. 94. Tab. XIV. fig. 1. Valentin, Entwickelungsgesch. S. 410.

2 Valentin, a. a. O. S. 391. Müll. Arch. 1838. S. 529.

3 J. Müller, Gland. secern. p. 90. Tab. XV. fig. 3. Bildungsgesch. S. 22. Taf. II. Rathke, Entwickelungsgesch. der Natter. S. 47.

4 Gland. secern p. 86.

die Zellen der reifen Leber zu den länglichen, stumpfen, am sogenannten blinden Ende angeschwollenen Körperchen stehen, welche Müller [1] für die embryonalen Gallencanälchen hält. Er bemerkt ausdrücklich [2], daß sie nicht Ausstülpungen des Gallenganges und von Anfang an nicht hohl seyen, was aber, nach meiner Ansicht, nicht ein blos embryonaler Zustand ist.

Die Beobachtungen von Valentin und Barry über die Entwickelung des Eierstockes wurden schon oben mitgetheilt. Nach Carus' Entdeckung [3] finden sich reife Eier schon im Ovarium neugeborener Mädchen.

Gerber hat in Fig. 239 zu seiner allgemeinen Anatomie (nach einer Beobachtung von Valentin) die successive Entwicklung der Schweißdrüsen aus der menschlichen Hohlhand dargestellt. Es würde danach die Oberhaut sich erst halbkugelig, dann immer tiefer und tiefer einstülpen, allmählig die Einstülpung sich in einen spiralförmig gewundenen Canal verlängern, aus welchem zuletzt der angeschwollene Theil der Drüse hervorwüchse, der übrigens irrthümlich wie aus Bläschen zusammengesetzt geschildert wird. Diese Angabe widerspricht der Analogie so sehr, daß ich nicht umhin kann, ihre Richtigkeit zu bezweifeln.

Die Drüsensubstanz regenerirt sich nach Verletzungen nicht wieder. Narben derselben bestehen aus Bindegewebe. Bedeutendere Exsudate werden ebenfalls in Bindegewebe verwandelt, welches bei häufigen oder chronischen Entzündungen die Drüsensubstanz zuletzt verdrängt und Atrophie herbeiführt.

2. Von den Blutgefäßdrüsen.

Structur.

Die unter diesem Namen begriffenen Organe, Thyreoidea, Thymus, Milz und Nebennieren [4], stimmen hauptsächlich darin miteinander überein, daß sowohl ihr feinerer Bau als ihre physiolo-

1 Ebendas. p. 77. Tab. XI. fig. 4—9.

2 p. 118.

3 Müll. Arch. 1837. S. 445.

4 Krause ist geneigt, den Hirnanhang ebenfalls dazu zu rechnen (Anat. I, 40).

gische Bedeutung zur Zeit gänzlich unbekannt sind. Eine Classe,
ie nach diesem Princip aufgestellt ist, kann begreiflicher Weise Kör-
er der heterogensten Art enthalten. Häufig werden sie als Gebilde
ngesehen, welche nur aus Blutgefäßknäueln und Lymphgefäßen be-
tänden und sogar mit den erectilen Organen zusammengebracht.
Dies ist jedenfalls unrichtig. Es giebt in den Blutgefäßdrüsen eben-
oviel Parenchym oder nicht injicirbare Substanz, als in irgend ei-
em anderen, nicht eben blutarmen Gewebe. Eine Zeit lang schrieb
nan ihnen einen besonderen Reichthum an Lymphgefäßen zu und
laubte sie dadurch zu charakterisiren, daß man die Lymphgefäße
leichsam als die Ausführungsgänge dieser Drüsen betrachtete. Allein
ach Lauth's Zeugniß, der in diesen Angelegenheiten als erste
Autorität angeführt werden darf, ist die Menge der Lymphgefäße
n Vergleich zu den Blutgefäßen in diesen Drüsen nicht größer,
ls in anderen Körpertheilen. Von äußeren Charakteren haben sie
nter sich und mit den Drüsen nur die Weichheit und die rundliche
der gelappte Form gemein. In der Farbe variiren sie vom blaß
Röthlichen zum tiefen Braunroth. Die chemischen Untersuchungen,
eren Zahl allerdings sehr gering ist, geben keinen Aufschluß. In
iner gesunden Schilddrüse fanden Fromherz und Gugert[1] Fett,
Extractivstoffe, Faserstoff, Käsestoff, viel Eiweißstoff, die gewöhnli-
hen Salze und Schleim (suspendirte Körnchen). Dieselben Mate-
en enthielt die Thymusdrüse. Nach der Analyse von Morin[2]
esteht die letztere aus:

Faserstoff und phosphorsauren Salzen	8,0
Eigener thierischer Materie	0,3
Leim	6,0
Eiweiß	14,0
Fleischextract	1,6
Wasser	70,0

Was die innere Structur der Blutgefäßknoten betrifft, so fin-
t man, soweit sie sich mit den gewöhnlichen anatomischen Hülfs-
itteln erforschen läßt, Verschiedenheiten, die man zum Theil für
nwesentlich halten darf, zum Theil aber auch als wesentlich, d. h.
s Grund oder Ausdruck verschiedener Function ansehen muß. Un-

1 Schweigger's Journ. L, 190.
2 Berzelius' Chemie IX, 712.

wesentlich ist, ob die Masse von einer festeren Bindegewebs-umschlossen wird und dadurch eine glatte Oberfläche erhält, wie Milz und Thyreoidea, oder ob die Abtheilungen durch die feine Umhüllungshaut hindurchscheinen, wie in der Thymus, ob feine Bindegewebeplättchen die Lappen von einander trennen oder ob ein Gerüste starrer, fibröser Balken, wie in der Milz, das eigentliche Parenchym aufnimmt, ob Gefäße und Nerven durch einen Hilus eintreten und sich erst im Innern feiner verzweigen (Milz) oder mehrere, feinere Aeste von verschiedenen Stellen der Oberfläche sich ins Innere begeben. Für wesentliche Differenzen möchte ich dagegen die Farbe des Parenchyms und die Gegenwart und Form der Höhlungen im Innern halten. Das Parenchym der Thyreoidea und Thymus ist sich ziemlich gleich, blaß röthlich, das Parenchym oder die Pulpa der Milz zeichnet sich durch die dunkle Röthe aus, die nicht vom durchscheinenden Blute der Gefäße herrührt; in der Nebenniere endlich kommen zwei verschiedengefärbte Substanzen, die dunklere Rinde und das blassere Mark, beide mit einem Stich ins Gelbliche, neben einander vor.

Innere, mit einem milchigen Fluidum erfüllte Höhlen sind deutlich in der Thymusdrüse, doch ist die Art ihres Zusammenhanges noch streitig. Lucä[1] schreibt jedem Läppchen eine Höhle zu, nach Tiedemann[2] sind die Läppchen selbst noch zusammengesetzt aus hohlen Bläschen von ½ — 1‴ Durchmesser, deren Höhlen untereinander communiciren. Für die Existenz einer großen centralen Höhle im Innern jeder Hälfte der Drüse entscheiden sich unter den Neueren Meckel[3] und Becker[4] und nach A. Cooper[5] hängen die Höhlen sämmtlicher Läppchen, die beim Menschen nicht größer sind, als eine Erbse, mit der im Innern der Drüse befindlichen Höhle zusammen. Haugsted[6] konnte keine centrale Höhle in der Thymus finden und nach Berres[7] besteht sie ganz und gar aus

1 Lucä, Anatomische Untersuchung der Thymus in Menschen und Thieren. Frkf. 1811. S. 36.

2 Meckel's Archiv. 1815. S. 485.

3 Anat. IV, 456.

4 De glandulis thoracis lymphaticis atque thymo. Berol. 1826.

5 *The anatomy of the thymus gland. Lond. 1832.*

6 Thymi in homine ac per seriem animalium descriptio. 1831. p. 11

7 Oesterr. Jahrb. XXXI. S. 413.

geschlossenen, mit Flüssigkeit erfüllten Bälgen von 0,14‴ Durchmesser.

In der Schilddrüse kommen bei krankhafter Anschwellung sehr deutliche, große, isolirte Zellen vor, die eine klare, eiweißhaltige Flüssigkeit einschließen. Ob aber diese Zellen nur vergrößert oder neu gebildet sind, ist nicht ausgemacht. Das Erstere ist wahrscheinlicher, weil sich auch aus gesunden Schilddrüsen ein eigenthümlicher, heller Saft auspressen läßt. Nach Berres etwas schwer verständlicher Beschreibung [1] besteht jedes Läppchen der Thyreoidea aus Körperchen, welche „das Gepräge der Gefäßanordnungen eines Follikels darstellen." Sie liegen dicht nebeneinander und erscheinen länglichrund, plattgedrückt oder voll und ausgedehnt. An den durch einen Längenschnitt gespaltenen konnte er eine 0,002″ enthaltende Höhle entnehmen, welche von einem zarten Häutchen umgeben sey. Derlei geschlossene Follikel liegen gruppenförmig um einen Aderzweig von beträchtlicher Stärke. Der ganze Follikel, heißt es weiter, messe 0,02″. Wenn dies das Maaß seines äußeren Umfanges und jenes das Maaß der Höhle ist, so ist das Häutchen nicht zart zu nennen.

In den Nebennieren haben die meisten älteren Anatomen eine centrale Höhlung angenommen, welche die in der Axe eintretende Vene umgebe, auch wohl von Fäden durchzogen sey [2]; Meckel behauptete, daß eine solche nur durch Zersetzung, Flüssigwerden der weichen Marksubstanz entstehe [3] und Müller [4] und Berres [5] sind derselben Meinung.

Die Milz enthält keine eigentliche Höhle, dagegen eine Menge zerstreuter Körperchen oder, wie man sie wohl nennen darf, Bläschen von ⅙—1‴ Durchmesser, welche nur mit einem Punkte ihrer Oberfläche befestigt, übrigens frei in der rothen Pulpa der Milz liegen, aus welcher sie sich leicht herausheben lassen. Sie sind sehr deutlich und fest in der Milz des Rindes, Schafes und Schweines und scheinen als weiße Pünktchen schon durch den serösen Ueberzug

1 a. a. O. S. 411.

2 Die verschiedenen Angaben sind gesammelt in einer Dissertation von Heim, De renibus succenturiatis. Berol. 1824. p. 14, und der Verf. spricht sich selbst dafür aus, konnte sie aber nur beim Menschen, nicht bei Thieren finden.

3 a. a. O. S. 505.

4 Physiol. I, 574.

5 a. a. O. S. 415.

hindurch. In der menschlichen Milz sind sie in der Regel weiche, gallertartiger, doch wurden sie auch von sehr festem Baue bei Menschen und undeutlich bei Thieren gesehen[1], und es scheint, daß sowohl ihre Zahl, als ihr Ansehen sich nach Umständen ändern können. Heusinger[2], Home[3], Meckel[4] und Berthold[5] machen die Bemerkung, daß sie besonders nach eingenommenem Getränk stark turgesciren; vielleicht sind sie deswegen in menschlichen Leichen nicht so leicht deutlich, weil hier dem Tode längere Abstinenz vorauszugehen pflegt. In Leichen von Verunglückten, Hingerichteten u dgl. wurden sie selten vermißt. Wenn sie recht angeschwollen sind, so überzeugt man sich leicht, daß es ziemlich dickwandige, transparente Bläschen sind, die beim Anstechen zusammenfallen und einen trüben, sehr körnerreichen, flüssigen Inhalt entleeren. Sie widerstehen der Fäulniß länger, als die übrigen Bestandtheile der Milz, und können daher nach einiger Maceration durch gelindes Reiben von Milzsubstanz isolirt werden. Man sieht sie dann meistens in Träubchen von 6 bis 8 zusammenhängen[6], sie sitzen auf den festen, fibrösen Scheiden, welche die Gefäße, nach Müller die Arterien der Milz von ihrem Eintritte an begleiten, entweder unmittelbar, oder mittelst dünner Stielchen. Das Letztere ist nach Giesker[7] beim Menschen der Fall, die Stielchen seyen Gefäße, wie ich durch die mikroskopische Betrachtung derselben bestätigt fand. Sie breiten sich in einer besonderen, zarten Membran, welche die eigenthümliche Haut der Bläschen umhüllt, über das Bläschen aus und verästeln sich, ohne irgendwo ins Innere desselben einzudringen. Das Netz, welches sie bilden, ist so dicht, daß nach einer vollkommen gelungenen Injection die weiße Farbe der Bläschen ganz verschwindet, weshalb sie von Ruysch für bloße Gefäßknäuel erklärt wurden. Uebrigens sind sie vollkommen geschlossen und können von den Gefäßen aus weder injicirt noch aufgeblasen werden. In einer aufgeblasenen und nachher getrockneten Milz fand Giesker sie

1 Giesker, Splenologie. S. 156.

2 Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. Thionville 1817.

3 *Philos. transact. 1821. p. 25.*

4 Anat. IV. 371.

5 Lehrbuch der Physiologie. II, §. 428.

6 J. Müller in dessen Archiv. 1834. Taf. I.

a. O. S. 149. 161.

vollkommen eingeschrumpft und zusammengetrocknet. Sie werden nach Heusinger in Weingeist kleiner, aber auffallend weiß und hart, ebenso in Mineralsäuren [1].

Unter den mikroskopischen Bestandtheilen der Blutgefäßdrüsen herrscht eine große Gleichförmigkeit. Das ganze Parenchym besteht aus Körnchen, welche die Zwischenräume zwischen den Gefäßen füllen und dicht an den Wänden der letzteren liegen; eben solche enthält die in den Höhlen oder Bläschen, wo deren existiren, angesammelte Flüssigkeit. Ich kann nicht finden, daß die Wände, welche die Höhlen in der Thymusdrüse begrenzen, von einer besonderen Haut ausgekleidet seyen, wie Cooper angiebt, und ebenso sehe ich die eigentliche Wand der Malpighi'schen Körperchen in der Milz nur von Körnchen gebildet, während allerdings feine Bindegewebebündel über die Oberfläche derselben hinziehen. Es scheint demnach

1 Die weißen Körperchen der Milz gehören zu den am meisten besprochenen Gegenständen der Anatomie. Sie wurden entdeckt von Malpighi (Opp. II, 101) und von ihm mit großer Genauigkeit beschrieben, dann von Ruysch aus dem oben angeführten Grunde übersehen und geleugnet. Ruysch's Autorität, dem sich Haller anschloß, reichte hin, sie in Vergessenheit zu bringen. Hewson's Zellen der Milz *(Exp. inq. III, 107)*, welche erst mit einer Linse von 715‴ Brennweite sichtbar wurden, können nicht wohl die Malpighi'schen Körperchen gewesen seyn. Im Anfange dieses Jahrhunderts brachten Cuvier und Dupuytren *(Assolant, Diss. sur la rate. Paris. 1801)* den Gegenstand wieder zur Sprache. Home, besonders aber Heusinger und E. A. Schmidt (Diss. de structura lienis. Halae 1819) bearbeiteten die Anatomie der Milz mit großer Sorgfalt, bestätigten und erweiterten Malpighi's Entdeckungen. Malpighi hatte bereits erklärt, daß die Körperchen in der menschlichen Milz schwerer zu finden seyen und weicher, als in der Milz der Wiederkäuer und einiger anderer Thiere. Die späteren Bearbeiter fanden dies richtig, bis auf Rudolphi (Physiol. II, 2te Abth. S. 140), welcher sie, beim Menschen, aber auch beim Pferde und Schweine, ganz leugnet. J. Müller (Arch. 1834. S. 80) stimmt ihm insofern bei, als er die weichen Körperchen in der Milz des Menschen und mehrerer Säugethiere für etwas von den Milzbläschen der Wiederkäuer ganz Verschiedenes hält, ohne auf eine genauere Untersuchung jener Körperchen einzugehen. In der Kritik der älteren Beobachtungen scheint er zu viel Gewicht auf das Prädicat der Zerfließlichkeit zu legen, welches Mehrere den Körperchen ertheilen, aus deren Beschreibung doch hervorgeht, daß sie die Körperchen nur nach dem Zersprengen zerfließen sahen. Seitdem haben Giesker (a. a. O. S. 140), Krause (Anat. I, 520) und Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 500) die Milzkörperchen des Menschen wieder gesehen, und Müller selbst erklärt (Physiol. I, 571), nunmehr auch ächte Milzkörperchen in der menschlichen Milz gefunden zu haben.

wirklich, als seyen die Höhlen mit ihrem Contentum nur durch Verflüssigung des eigentlichen Parenchyms gebildet.

Die Körperchen der Thyreoidea, Thymus und Milz sind einander ähnlich und zwar gleichen in der Milz selbst die Körperchen des rothen Parenchyms und der Bläschen einander. Die große Mehrzahl derselben ist vollkommen rund, körnig, in Wasser und Essigsäure unlöslich, nicht größer als 0,0018'''. Theils liegen oder schwimmen sie einzeln, theils zu unregelmäßigen Häufchen verbunden. Sie sind ganz gleichartig, und wenn hier und da eins ein dunkles Pünktchen, wie eine Art Kern zu enthalten scheint, so sieht man beim Wälzen, daß es nur eins der Körnchen ist, die an der Oberfläche liegen. Durch diese Körnchen erhalten sie eine große Aehnlichkeit mit den eingeschrumpften Blutkörperchen (Taf. IV. Fig. 1, C. a), aber sie werden selbst in Wasser nicht glatt und demnach rührt das körnige Ansehen nicht von Unebenheiten der Oberfläche, sondern von wirklich anhaftenden oder eingeschlossenen Moleculn her. Eine geringe Zahl von größeren Körperchen, welche mit den kleinen untermischt vorkommt, bis zu 0,006''' Durchmesser, ist zum Theil ebenfalls körnig und zwar, wie man hier deutlich sieht, durch den von einer glatten Membran eingeschlossenen Inhalt, zum Theil ganz hell. Auch diese größeren Körperchen enthalten keinen Kern. Zwar beobachtet man häufig um die dunkleren, wenn sie in Wasser oder Essigsäure gelegen haben, einen helleren Saum, aber dies rührt nur daher, daß eindringende Flüssigkeit hier und da den körnigen Inhalt von der Wand abdrängt; der Saum umgiebt das Körperchen nie vollständig. Einige wenige, wirklich kernhaltige Zellen, die ich zuweilen traf, muß ich für zufällig beigemischt halten.

In der Thymus kamen mir mehrmals Bläschen von 0,016''' vor, von einer zarten Haut gebildet und innerlich ganz und gar mit den ebenbeschriebenen Körperchen angefüllt. Ich kann nicht angeben, ob sie dem Parenchym angehören oder in der Flüssigkeit suspendirt waren.

Die Elemente der Nebennieren sind von den bisher beschriebenen durchaus verschieden. Durch Zerreiben und Zerzupfen der Drüse gewinnt man Körnchen, welche auf den ersten Blick mit denen der übrigen Blutgefäßdrüsen verwechselt werden können, allein sie sind größer, selten unter 0,003''', glatt und etwas platt, größtentheils [illegible]er, weicher Substanz eingeschlossen, welche ihnen in

unregelmäßigen Fetzen anhängt. Um viele bildet diese Substanz eine ordentliche, glatte Schale, in welcher jene Körnchen so vergraben sind, daß man sie nur mit Mühe herausfindet. Sie sind also Kerne von Zellen, welche einen Durchmesser von 0,006—0,009''' erreichen. Die ausgebildeten Zellen haben die unregelmäßigsten, eckigen, keilförmigen Gestalten, wie die Ganglienkugeln, sie liegen dicht aneinander und bilden theils Stränge, theils rundliche Haufen oder Läppchen, die vielleicht nur scheinbar, durch Windungen der Stränge erzeugt werden. Man sieht in der Rinde Schläuche von 0,012—0,030''' Durchmesser, stellenweise dicker und dünner, ganz von körniger Masse ausgefüllt, die noch nicht in besondere Zellen abgegrenzt zu seyn, sondern ein Continuum zu bilden scheint, in welchem die Kerne eingeschlossen sind. Die körnige Masse trennt sich leicht in dunkle, punktförmige Körperchen mit Molecularbewegung. Die Zellen lösen sich in Essigsäure, die Kerne werden blaß und verschwinden nach einiger Zeit ebenfalls [1].

1 Hewson (*Exp. inq. III, 84)* nennt die in den Blutgefäßen enthaltenen Körnchen geradezu Lymphkörperchen. J. Müller (Archiv. 1834. S. 88) vergleicht die Körperchen, welche aus den Milzbläschen ausfließen, der Größe nach mit Blutkörperchen, bemerkt aber, daß sie nicht platt, sondern unregelmäßig kugelförmig sind. Ganz ähnlich fand er die Körnchen der rothen Substanz und schon dies konnte hinreichen, um zu beweisen, daß die rothe Pulpa der Milz weder aus Blutgefäßknäueln, noch aus frei ergossenem Blute besteht. Die Körperchen der Thymus untersuchte Ehrenberg (Unerk. Structur. 1836. S. 29. 41. Taf. I, 9). Da sie den Kernen der Blutkörperchen und den Kügelchen zerstörter Nervensubstanz gleichen, so schlägt er vor, die Thymus einen Markbeutel zu nennen. Er fragt, ob nicht der Markschwamm, welcher ähnliche Körner zeigt, eine anomale, das organische Leben beeinträchtigende Thymusbildung sey? Bischoff (Müll. Arch. 1838. S. 501) findet die Körperchen der Milz übereinstimmend mit denen des Chylus, giebt aber selbst zu, daß sich noch an vielen anderen Orten ähnliche finden. Ohne weitere Bemerkung gedachte Purkinje (Naturf. in Prag. 1838. S. 175) der körnigen Enchymmasse in Milz, Thymus und Schilddrüse. Irrthümlich nannte ich früher Schleim u. Eiter. 1838. S. 9) die Zellen, welche die Acini der Blutgefäßdrüsen zusammensetzen, kernhaltig, den Zellen der feinen Pflasterepithelien ähnlich. Wenigstens sehe ich, wie oben angegeben, bei wiederholten Untersuchungen die eigentlich kernhaltigen Zellen zu selten, um sie als wesentlichen Bestandtheil zu betrachten. Nach Pappenheim (Müll. Arch. 1840. S. 536) besteht die Corticalsubstanz der Nebenniere aus Körnern von 0,0037—0,0050''', die in radialen Aggregationen gelagert sind und wenig ölige Substanz enthalten, die Medullarsubstanz besitzt größere Körner, oft mit Nucleis und sehr zahlreich. Was er von einem durchsichtigen, die Höhle der Medullarsubstanz aus-

In dem Bindegewebe, welches die Läppchen der Thymus umhüllt, kommen Fettzellen vor.

Es ist noch der Eigenthümlichkeit der Gefäßverbreitung in den Nebennieren zu gedenken, welche nach Müller's Entdeckung Nagel beschrieben und abgebildet hat. Die an der Oberfläche eintretenden arteriellen Gefäße theilen sich sogleich in capillare Aeste, welche einander parallel, in sehr gestreckten Maschen gegen die Marksubstanz verlaufen und hier in ein gleichförmiges Netz kleiner Venen übergehen, das in die große, in die Axe der Nebenniere verlaufende Vena suprarenalis mündet [1]. Die Verzweigung der Milzgefäße ist ausgezeichnet durch die rasche Auflösung der Stämme in feinere Aeste und durch den Mangel der Anastomosen zwischen den Stämmen und größeren Aesten [2].

Mehreren Beobachtern ist der Nervenreichthum der Nebennieren aufgefallen [3], und ich muß ebenfalls bemerken, daß ich im Innern keiner anderen Drüse Stränge von solcher Stärke gefunden habe. Pappenheim findet die Nerven, die zur Nebenniere gehen, mit Ganglienkugeln besetzt und im Innern der Niere von embryonalem Charakter [4], d. h. den Nerven des Sympathicus ähnlich. Ich sah im Innern nur Bündel von durchaus weißen Nerven. Die Nerven im Innern der Milz sind nach Remak [5] grau, ohne Ganglien.

füllendem Rohre sagt, welches in eine stumpfe Spitze ende, ist mir, wenn nicht die Vena suprarenalis gemeint ist, ganz unverständlich. Ebenso wenig kann ich begreifen, was ihn auf die Vermuthung bringt, es sey in der Corticalsubstanz eine mit Flimmerepithelium ausgekleidete Höhle gewesen.

1 Müll. Arch. 1836. S. 306. Taf. XV. Fig. 1. 2.

2 Gieskler, a. a. O. S. 146.

3 Nagel a. a. O. Fig. 3. Bergmann, Diss. de glandulis suprarenalibus. Götting. 1839. p. 11. fig. 1.

4 Ich muß mich verwahren, wenn ich die Stelle mißverstanden haben sollte. Es heißt S. 535: „Von den Blutgefäßen aus muß man den Nerven nachgehen und so sieht man, daß die letzteren sich nach dem converen Rande des Organes hin verästeln und mit feinen Primitivfäden und Endumbiegungen an einzelnen Stellen endigen. Alle Nerven, die ich hier fand, hatten noch den embryonalen Charakter" u. s. f. Weiter unten steht dann auf derselben Seite: „In die Substanz der Nebenniere dagegen vermochte ich auch nicht eine Nervenfaser oder Ganglienkugel zu verfolgen."

5) Med. Vereinsztg. 1840. Nr. 2.

Physiologie.

Die Ansicht, welche sich über die Function der Blutgefäßdrüsen gebildet hat, ist zum Theil per methodum exclusivam entstanden. Sie greifen nicht in die Vorgänge des animalen Lebens ein, man kann sie exstirpiren, sie können entarten, ohne daß sich der Körper in seinen Empfindungen und Bewegungen beschränkt fühlte, und so ist nichts natürlicher, als daß man ihnen ihre Stelle unter den Organen anwies, die den chemischen Processen der Ernährung oder Blutbereitung dienen. Dazu kommen noch einige positive Gründe. Hewson sagt[1], wenn ein Theil mehr Blut erhält, als zu seiner Ernährung nöthig, so werde geschlossen, daß in demselben das Blut eine Veränderung erleide oder eine Absonderung stattfinde. Er erinnert auch an die Aehnlichkeit der Acini dieser Drüsen mit den Acini der Lymphdrüsen, denen man doch nicht anders als einen Einfluß auf die Ausbildung der Lymphe zugestehen kann. Nun erzeugen die Drüsen wirklich ein flüssiges Product, zwar in geschlossenen Räumen, aber das thun, wie wir wissen, auch mehrere wahrhaft secernirende Drüsen; das Product ändert sich, wenigstens in der Milz, mit dem Zustande des Blutes. Viele Thatsachen sprechen für eine Beziehung der Krankheiten der Milz und Schilddrüse zu allgemeinen Mischungsfehlern des Blutes und Leiden der Ernährung. Das ist es, was zu dem Urtheil berechtigt, daß in den Blutgefäßdrüsen das Blut eine Aenderung erleide, daß ihm während seiner Circulation durch dieselben gewisse Substanzen entzogen werden, die im Parenchym der genannten Organe, wie in den secernirenden Drüsen, sich irgendwie weiter entwickeln. Der fernere Unterschied bestände darin, daß die ausgebildeten Secrete nicht in einen Ausführungsgang und schließlich auf die Körperoberfläche, sondern nur wieder in die Blut- oder Lymphgefäße durch Austausch, Auffaugung oder durch eine temporäre Communication der Bläschen mit dem Lumen der Gefäße zurückgelangten. Ob in dieser Beziehung die verschiedenen Drüsen einander gleichen und nur quantitativ ergänzen, oder ob jede ihren specifischen Antheil an der Blutbildung nehme, läßt sich nicht entscheiden, doch wird das Erste einigermaßen wahrscheinlich, weil die Entfernung einer einzel-

1 a. a. O. p. 70.

nen ohne nachtheilige Folgen ist und weil eine derselben, die Thy-
mus, von selber mit vollendeter Ausbildung des Körpers eingeht.

Aber von den Gründen, auf welche dieser Schluß gebaut ist,
gelten nur wenige für die Nebennieren. Ihre Krankheiten sind
kaum gekannt. Man weiß fast nur von parasitischen Geschwülsten
und an diesen pflegen so viele wichtigere Körpertheile gleichzeitig
zu leiden, daß sich die von der Nebenniere abhängigen Symptome
nicht isoliren lassen. Exstirpation der Nebennieren ist nicht versucht.
Sie enthalten keine Höhle, keine Flüssigkeit, keine Bläschen. Es
bleibt ihnen mit anderen Blutgefäßdrüsen nichts gemein, als der
Reichthum an Blutgefäßen. Kommt dazu noch die Verschiedenheit
der mikroskopischen Elemente, so muß man vermuthen, daß die
Nebenniere mit Unrecht ihren Platz unter den hier abgehandelten
Organen eingenommen hat. Fortgesetzte Untersuchungen dieses ver-
nachlässigten und bisher gewissermaßen nur im Schlepptau von den
übrigen Blutgefäßen mitgenommenen Gebildes werden vielleicht zu
Gunsten der schon von Bergmann ausgesprochenen Vermuthung
entscheiden, daß nämlich die Nebenniere in einer näheren Beziehung
zum Nervensystem stehe. Die Aehnlichkeit ihrer Elemente mit
Ganglienkugeln, nicht blos in der Form, sondern auch im Verhal-
ten zu Essigsäure, ist ein wichtiger Punkt. Auf die Uebereinstim-
mung der Farbe der Nebennieren mit der Farbe der grauen Sub-
stanz der Centralorgane hat bereits Pappenheim aufmerksam
gemacht. Zugleich möchte auf die Argumente zu achten seyn, aus
welchen Meckel[2] einen Zusammenhang der Nebennieren mit der Ge-
schlechtsfunction ableitet.

In Betreff der übrigen oder eigentlichen Blutgefäßdrüsen will
ich noch an eine vergleichend anatomische Thatsache erinnern, welche
ihre Bedeutung zu erläutern dienen kann. Es giebt nämlich bei
wirbellosen Thieren blinde Anfänge an den Gefäßen, welche von
den umgebenden Medien oder von den in Körperhöhlen enthaltenen
Flüssigkeiten umspült sind und sich frei in die Gefäßstämme öffnen,
von welchen aus sie injicirt und aufgeblasen werden können. Man
kann sie den blinden Anhängen an den Lymphgefäßen der Darm-
oberfläche vergleichen, welche in den Zotten verlaufen und aus der
Darmhöhle eine Flüssigkeit schöpfen, die sie unmittelbar in das

1 *Rayer, l'Expérience. 1837. Nr. 9.*

2 ...nat. IV. 508.

Lymphgefäßnetz einführen. Die einfachsten Blutgefäßanhänge der Art entdeckte ich an den Gefäßen des Mantels der gallertartigen Ascidien (Phallusia)[1], wo sie über die Körperoberfläche des Thieres, wie Zotten hervorragen. Stannius[2] fand am Bauchgefäßstamme der Arenicola eine Menge zum Theil langer Zotten, blind und geschlossen endende Ausstülpungen des Gefäßrohres, häufig mit rothem Blute erfüllt. Wahrhaft drüsige Anhänge der Art, welche mit einem weißlichen Secret erfüllt scheinen, kennt man längst an den Bronchialvenen der Cephalopoden. Jeder communicirt durch mehrere Oeffnungen mit dem Lumen der Vene[3]. Nach Owen nehmen sie auch Blut auf. Sie sind von zahlreichen, baumförmig verzweigten Blutgefäßen bedeckt[4].

Ueber die Entwickelung des Gewebes der Blutgefäßdrüsen existiren noch keine Untersuchungen.

Von den Häuten.

Man unterscheidet vier Arten von Häuten: 1. fibröse, 2. seröse Häute, 3. Schleimhäute, 4. die Cutis oder äußere Haut. Die letztere bildet einen einfachen, zusammenhängenden Ueberzug über die Körperoberfläche. Die Schleimhäute kleiden innere Höhlen aus. Sie gehen, als Fortsetzung der Cutis, von den Oeffnungen an der Oberfläche des Körpers ins Innere, bilden so einen zusammenhängenden Tractus durch den ganzen Verdauungscanal, mit welchem theils als blinde Einstülpungen, theils als offene Canäle die Auskleidungen der Respirationsorgane und der Drüsen in Verbindung stehen, einen zweiten Tractus, welcher die Geschlechts- und Harnwerkzeuge überzieht und, wenn man will, einen dritten, der sich in die Brustdrüse begiebt, und noch viele, die an den Mündungen der Schweißdrüsen u. s. f. sich nach innen einstülpen. Die serösen Häute erscheinen in Form einzelner, meist geschlossener Säcke, innere Höhlen auskleidend, die fibrösen Häute bald als Ueberzüge,

[1] Berl. med. Encyklop. Art. Gefäßdrüsen.

[2] Müll. Arch. 1840. S. 363.

[3] *Cuvier, Mém. sur les mollusques. p. 18.*

[4] *Owen, On the pearly nautilus. p. 26. Taf. V.*

sich nicht in Wasser und Essigsäure, quillt aber in letzterer auf und wird sehr durchsichtig, so daß die Pünktchen und Kerne derselben um so deutlicher hervortreten.

In den stärksten und in den feinsten Schleimhäuten fehlt die intermediäre Haut. In den feineren, z. B. in der Paukenhöhle, stehen die Epitheliumzellen unmittelbar auf Bindegewebe, in den engsten Bronchialästen und in den engeren Ausführungsgängen fehlt auch die Bindegewebeschicht und auf die Epitheliumschicht folgen sogleich die längslaufenden Muskelfasern. Höchstens ließe sich die feine Lage Intercellularsubstanz, welche doch immer das Epithelium mit der zunächst darunter befindlichen Membran verbinden muß, als Rudiment der intermediären Haut betrachten. In den stärksten Schleimhäuten dagegen, z. B. in der Mundhöhle, auf der Zunge, in der Scheide u. a. schließt sich an die jüngsten Epitheliumschichten sogleich eine mächtige Lage von dichtem Bindegewebe, und so ist es auch in der äußeren Haut. Nun ist also die intermediäre Lage ganz in Epithelium und Bindegewebe aufgegangen, indeß kann man den untersten Theil des Rete Malpighii, in welchem die Zellen noch nicht so deutlich getrennt sind, als Rest derselben betrachten.

Die äußere Haut besteht, von der freien Fläche in die Tiefe gezählt, aus folgenden Schichten:

1. Epidermis, platte, verhornte, in Essigsäure unlösliche Zellen,
2. Rete Malpighii, rundliche, den Kern eng umgebende, in Essigsäure lösliche Zellen,
3. Intermediäre Haut, Cytoblastem mit eingelagerten Kernen, noch nicht in Zellen getrennt,
4. Cutis, die eigentliche Lederhaut, aus Bindegewebe. Sie

ist von verschiedener Stärke an verschiedenen Stellen des Körpers, am dicksten in der Fußsohle und in den Handtellern, sehr fein an den Augenlidern, im allgemeinen stärker am Rücken, als an der Vorderseite des Körpers, stärker in männlichen, als in weiblichen Körpern[1], zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{5}{4}'''$[2].

Als fünfte Lage käme hinzu die Muskelhaut, welche bei den Thieren über einen großen Theil der Körperoberfläche sich erstreckt, beim Menschen bekanntlich auf den Platysma myoides reducirt ist. Hierbei sey nochmals bemerkt, daß die Trennung zwischen den drei

1 *Bichat, Anat. gén. IV. 303.*

2 Krause, Anat. 2te Aufl. I, 122.

er freien Fläche auf eine dunkle Wachstafel, spannt sie aus und präparirt von ihrer Rückseite das Bindegewebe der Tunica nervea so rein als möglich ab, am besten so, daß man immer einzelne Flöckchen aufhebt und mit der Scheere dicht an der Basis abschneidet. Völlig gelingt diese Operation niemals, denn noch ehe alles Bindegewebe wegpräparirt ist, wird die Schleimhaut so fein, daß sie beim geringsten Zuge zerreißt. Dann ist es Zeit, sie unter das Mikroskop zu bringen. Man betrachtet sie entweder von der Fläche, oder man faltet sie so, daß die dem Epithelium zugekehrte Oberfläche den Rand bildet. Im ersten Falle sieht man freie, faserlose Stellen in den Interstitien des Netzes von zurückgebliebenen Bindegewebebündeln, im zweiten Falle kehren die zusammengefalteten und daher in spitzen Bogen verlaufenden Bindegewebefasern in einiger Entfernung vom Rande um und dieser wird allein von einer glatten Membran gebildet[1], welche ich die intermediäre Schicht der Schleimhaut nennen will. Die Breite des hellen Randes, welchen ich an der Schleimhaut der Trachea gemessen habe, betrug 0,011‴, und dieses giebt ein ungefähres Maaß für die Dicke der intermediären Haut.

Das Gewebe der intermediären Haut ist nicht immer gleich. Einigemal sah ich sie ganz glatt, einfach und leicht granulirt, ohne Spur von Körnern oder Fasern, in den meisten Fällen enthält sie eine Menge von dunkeln Flecken und Punkten (Taf. V. Fig. 25 a a. Fig. 26. c). Die Punkte liegen zum Theil einzeln, zum Theil setzen sie unregelmäßige Figuren zusammen, oder gehen in ovale oder runde Körner über, die man als Cytoblasten erkennt (Fig. 26. a. b). Von diesem Punkte aus entwickelt sich die intermediäre Haut nach zwei Richtungen. Nach der freien Fläche hin umgeben sich die Cytoblasten mit einer Zelle und werden Epithelium, in die Tiefe verlängern sie sich (Fig. 25 b) und gehen in Fasern über (c), welche wahrscheinlich die Kernfasern von Bindegewebebündeln sind, welche in dem in Fig. 25 abgebildeten Falle die aus der Schleimhaut herausgezogene Drüse umgaben[2]. Die intermediäre Haut löst

1 Vergl. die Abbildung, Schleim und Eiter. Fig. 13.

2 Von den Darmzotten sagt R. Wagner (Burdach, Physiol. V, 117) daß sie aus einem besonderen weichen Gewebe bestehen, welches oft ganz gleichmäßig feinkörnig sey, in welchem man oft auch größere Körnchen mit körniger Oberfläche unterscheide, welche gleichsam zusammengeklebt und zum Theil verschmolzen sind.

die stärkere, zunächst an die Körperöffnungen grenzende Schleimhaut der vorhin genannten Theile zusammen. Die Bindegewebschicht der Haut der Zunge entspräche demnach der eigentlichen Cutis und müßte Mucosa proprie sic dicta heißen. Nun verliert sich, wie wir zu engeren Canälen fortschreiten, zunächst die Epidermis und die in Essigsäure löslichen Zellen des Rete Malpighii treten, allerdings eigenthümlich entwickelt, an die Oberfläche. Die intermediäre Haut wird deutlicher, die eigentliche Mucosa feiner und feiner, stellt im Darme und in den größeren Ausführungsgängen die Tunica nervea dar, verbindet sich in den an Knochen angehefteten Schleimhäuten mit dem fibrösen Periosteum (in welchem Falle die Muskelschicht verloren geht), zeichnet sich in der Trachea und den Bronchien durch die Entwickelung ihrer elastischen Fasern aus u. s. f. Noch weiter nach innen wird die intermediäre Haut unmerklich und es bleiben nur Epitheliumzellen und Muskelhaut. Endlich, wo die Ausführungsgänge in die Drüsen eintreten, verdünnt sich die Muskelhaut zur einfachen Tunica propria der Drüsencanälchen.

An den vorzugsweise zum Tasten bestimmten Stellen ist die äußere Haut und die Schleimhaut mit verschieden gestalteten Hervorragungen, den sogenannten Tastwarzen, Papillae, besetzt. Solche Stellen sind die innere Fläche der Finger und der Hand, die Plantarfläche des Fußes, die Brustwarze, Lippen, Gaumen und Zunge, die Oberfläche der Eichel und Klitoris, die innere Fläche der großen Schamlippen, die Nymphen, die innere Fläche der Scheide und nach Berres[1] auch der Muttermund. Albin[2] unterscheidet zwei Arten Papillen: 1. fadenförmige und 2. tuberkelförmige. Die fadenförmigen sind am längsten am Ballen, kürzer in der Hand. Von der Vola der Hand werden sie gegen den Handrücken immer

2e sér. II, 322) einen *Appareil blennogène*, bestehend aus einem drüsigen schleimabsondernden Parenchym, in der Dicke der Cutis gelegen und aus Ausführungsgängen, welche den Schleim zwischen den Papillen deponiren. Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß solche Drüsen, wenn sie existiren, die Bedeutung nicht haben, welche Breschet ihnen zuschreibt. Es sind röthliche, höckerige Körperchen, aus deren Gipfel ein Canal abgeht, welcher sich in der Tiefe der Furchen zwischen den Papillen öffnet. Zuweilen scheinen die Canäle untereinander zu anastomosiren. Sie stehen promiscue unter den Schweißdrüsen und sind auch vielleicht nichts Anderes.

1 Mikroskop. Anat. S. 176.

2 Adnotat. acad. Lib. VI. c. 10.

ürzer und gehen endlich in Tuberkeln über. Die längsten Papil=
en sind zugleich nicht blos relativ, sondern absolut am schmalsten.
Die längsten sind spitz, zuweilen an der Spitze kolbenförmig ange=
schwollen, die kürzeren sind kegelförmig, mit abgerundeter oder
twas quer abgestutzter Spitze. Indem die tuberkelförmigen Papil=
en sich noch weiter abplatten und an der Basis verbreitern, gehen
ie in sanfte Hügel über, und die Oberfläche der Haut wird wellen=
örmig. Ganz eben ist sie vielleicht nirgends, doch verdienen die
uletzt genannten Erhabenheiten den Namen Papillen nicht mehr.
Die Länge der Papillen am Gaumen beträgt etwa 0,10‴. Den
Durchmesser der feinsten giebt Krause[1] zu 0,02‴ an. Sie steigen
am Ballen gerade auf, an anderen Stellen, z. B. an der weibli=
chen Brustwarze, stehen sie schief auf der Oberfläche der Cutis[2].

Die Papillen haben, nachdem man sie durch Maceration oder
Brühen von der Oberhaut befreit hat, häufig eine körnige Ober=
fläche. Die Körnchen sind Cytoblasten des Rete Malpighii, welche
theils nur äußerlich anhaften, theils in einer structurlosen, schwach
körnigen Substanz eingehüllt sind, welche continuirlich die Papillen
überzieht und der intermediären Schicht der Schleimhaut verglichen
werden kann. Oft trennt sich aber auch alles Körnige von der
Oberfläche der Papillen rein ab und sie bestehen alsdann aus Binde=
gewebe, wie die Cutis, dessen Bündel, namentlich die äußersten,
nur weniger deutlich in Fibrillen getrennt sind. Im Innern der
Papillen verläuft eine Gefäß= und wahrscheinlich eine Nervenschlinge,
s. S. 482. 646 ff.[3].

1 Anat. 2. Aufl. I, 119.

2 Abbildungen der Hautpapillen liefern Mascagni, *Prodr. Tab. I. fig. 16. Tab. II. fig. 1, 5, 6. Tab. III. fig. 10. Tab. III. fig. 13, 15* (Lippen), *Tab. III. fig. 35* (Scheide). *Tab. VII. fig. 11* (Eichel). Breschet und Roussel de Vauzème, a. a. O. *Pl. IX.* Wendt, De epiderm. fig. 2. Berres, Mikrosk. Anat. Taf. VII. Fig. 12. 14. Arnold, Icon. anat. fasc. II. Tab. XI. Die hügelförmigen Erhabenheiten der Conjunctiva, ebendas. Tab. I. fig. 14. Henle, Symbolae. fig. 13.

3 Malpighi sagt von den Papillen (De tact. organo. p. 23. 26): Hae implantantur in nervoso et satis crasso corpore, quod alias papillare placuit appellare corpus Man könnte schon hieraus erfahren, daß Malpighi's Corp. papillare synonym ist mit Cutis, auch wenn er es nicht an einer anderen Stelle (De lingua. p. 15) ausdrücklich bemerkte. Daß er seine unbegründete Unterscheidung selbst zurückgenommen hat, hielt die Nachfolger nicht ab, sich dieses Namens zu bedienen, und namentlich haben die Augenärzte

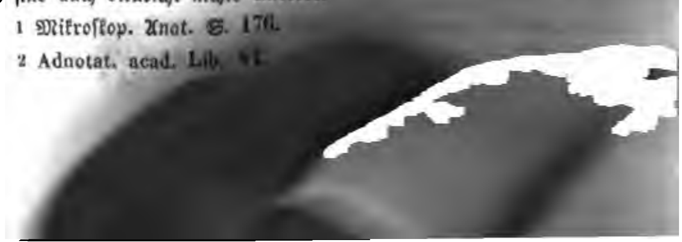
die stärkere, zunächst an die Körperöffnungen grenzende Schleim[...] der vorhin genannten Theile zusammen. Die Bindegewebsch[...] der Haut der Zunge entspräche demnach der eigentlichen Cutis [...] müßte Mucosa proprie sic dicta heißen. Nun verliert sich, [...] wir zu engeren Canälen fortschreiten, zunächst die Epidermis [...] die in Essigsäure löslichen Zellen des Rete Malpighii treten, a[...] dings eigenthümlich entwickelt, an die Oberfläche. Die intermedi[...] Haut wird deutlicher, die eigentliche Mucosa feiner und feiner, stell[...] Darme und in den größeren Ausführungsgängen die Tunica ner[...] dar, verbindet sich in den an Knochen angehefteten Schleimhäuten [...] dem fibrösen Periosteum (in welchem Falle die Muskelschicht verlo[...] geht), zeichnet sich in der Trachea und den Bronchien durch [...] Entwickelung ihrer elastischen Fasern aus u. s. f. Noch weiter n[...] innen wird die intermediäre Haut unmerklich und es bleiben [...] Epitheliumzellen und Muskelhaut. Endlich, wo die Ausführung[...] gänge in die Drüsen eintreten, verdünnt sich die Muskelhaut [...] einfachen Tunica propria der Drüsencanälchen.

An den vorzugsweise zum Tasten bestimmten Stellen ist [...] äußere Haut und die Schleimhaut mit verschieden gestalteten [...] vorragungen, den sogenannten Tastwarzen, Papillae, besetzt. So[...] Stellen sind die innere Fläche der Finger und der Hand, die Pl[...] tarfläche des Fußes, die Brustwarze, Lippen, Gaumen und Zun[...] die Oberfläche der Eichel und Klitoris, die innere Fläche der groß[...] Schamlippen, die Nymphen, die innere Fläche der Scheide un[...] nach Berres[1] auch der Muttermund. Albin[2] unterscheidet zw[...] Arten Papillen: 1. fadenförmige und 2. tuberkelförmige. Die fa[...] denförmigen sind am längsten am Ballen, kürzer in der Han[...] Von der Vola der Hand werden sie gegen den Handrücken imme[...]

2e sér. II, 322) einen *Appareil blennogène*, bestehend aus einem drüsigen schleimabsondernden Parenchym, in der Dicke der Cutis gelegen und aus Ausführungsgängen, welche den Schleim zwischen den Papillen deponiren. Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß solche Drüsen, wenn sie existiren, die Bedeutung nicht haben, welche Breschet ihnen zuschreibt. Es sind röthliche, höckrige Körperchen, aus deren Gipfel ein Canal abgeht, welcher sich in der Ti[...] der Furchen zwischen den Papillen öffnet. Zuweilen scheinen die Canäle unter einander zu anastomosiren. Sie stehen promiscue unter den Schweißdrü[...] und sind auch vielleicht nichts Anderes.

1 Mikroskop. Anat. S. 170.

2 Adnotat. acad. Lib. [...]



rzer und gehen endlich in Tuberkeln über. Die längsten Papil-
i sind zugleich nicht blos relativ, sondern absolut am schmalsten.
ie längsten sind spitz, zuweilen an der Spitze kolbenförmig ange-
ʒwollen, die kürzeren sind kegelförmig, mit abgerundeter oder
was quer abgestutzter Spitze. Indem die tuberkelförmigen Papil-
n sich noch weiter abplatten und an der Basis verbreitern, gehen
e in sanfte Hügel über, und die Oberfläche der Haut wird wellen-
rmig. Ganz eben ist sie vielleicht nirgends, doch verdienen die
ıletzt genannten Erhabenheiten den Namen Papillen nicht mehr.
Die Länge der Papillen am Gaumen beträgt etwa 0,10‴. Den
Durchmesser der feinsten giebt Krause[1] zu 0,02‴ an. Sie steigen
m Ballen gerade auf, an anderen Stellen, z. B. an der weibli-
hen Brustwarze, stehen sie schief auf der Oberfläche der Cutis[2].

Die Papillen haben, nachdem man sie durch Maceration oder Brühen von der Oberhaut befreit hat, häufig eine körnige Oberfläche. Die Körnchen sind Cytoblasten des Rete Malpighii, welche theils nur äußerlich anhaften, theils in einer structurlosen, schwach körnigen Substanz eingehüllt sind, welche continuirlich die Papillen überzieht und der intermediären Schicht der Schleimhaut verglichen werden kann. Oft trennt sich aber auch alles Körnige von der Oberfläche der Papillen rein ab und sie bestehen alsdann aus Bindegewebe, wie die Cutis, dessen Bündel, namentlich die äußersten, nur weniger deutlich in Fibrillen getrennt sind. Im Innern der Papillen verläuft eine Gefäß- und wahrscheinlich eine Nervenschlinge, s. S. 482. 646 ff.[3].

[1] Anat. 2. Aufl. I, 119.

[2] Abbildungen der Hautpapillen liefern Mascagni, *Prodr. Tab. I. fig. 16. Tab. II. fig. 1, 5, 6. Tab. III. fig. 10. Tab. III. fig. 13, 15* (Lippen). *Tab. III. fig. 35* (Scheide). *Tab. VII. fig. 11* (Eichel). Breschet und Roussel de Vauzème, a. a. O. *Pl. IX.* Wendt, *De epiderm. fig. 2.* Berres, Mikrosk. Anat. Taf. VII. Fig. 12. 14. Arnold, *Icon. anat. fasc. II. Tab. XI.* Die hügelförmigen Erhabenheiten der *Conjunctiva*, ebendas. Tab. I. fig. 14. Henle, Symbolae. fig. 13.

[3] Malpighi sagt von den Papillen (*De tact. organo. p. 33. 34*): *Hae implantantur in nervoso et satis crasso corpore, quod alias papillare placuit appellare corpus.* Man könnte schon hieraus [illegible] erfahren, daß Malpighi's Corp. papillare synonym ist mit Cutis, und [illegible] einer andern Stelle (De lin[illegible] [illegible]

Um die Gestalt und Anordnung der Papillen und ihr Verhältniß zur Epidermis an irgend einer Stelle kennen zu lernen, ist nichts bequemer, als Stücke Cutis scharf zu trocknen, und dann mit einem Scalpell feine Durchschnitte vertical auf die Fläche der Cutis abzuschneiden oder zu schaben. In Wasser nehmen diese so vollkommen wieder die frühere Gestalt an, daß man die einzelnen Bindegewebefibrillen erkennen und auseinanderziehen kann. Hat man vorher die Haut in heißes Wasser eingetaucht, so trennt sich bei mäßigem Drucke mittelst des Compressoriums das **Rete** von den Papillen rein ab, mit Vertiefungen, welche den Hervorragungen der Cutis genau entsprechen. Durch die Behandlung mit heißem Wasser wird zugleich das **Rete** weiß und undurchsichtig, durch Gerinnung des Eiweißes, Epidermis und Papillen bleiben hell und der weiße Saum um die Spitzen der letzteren gewährt einen sehr zierlichen Anblick.

Man überzeugt sich auf diese Weise, daß die Papillen, je feiner sie sind, um so dichter gedrängt stehen. Die feinsten in dem Ballen des Fußes erhalten nicht jede einen besonderen Ueberzug vom Malpighi'schen Netz, sondern dieses schickt nur zwischen je 2—4 Papillen Fortsätze in die Tiefe; an den Fingern reichen die Epidermisscheiben wenigstens je nach der 2ten bis 4ten Papille tiefer, bis zur Basis hinab und die innere Fläche der abgezogenen Epidermis zeigt Gruben, welche durch seichte Vorsprünge in 2—4 Fächer getheilt sind[1]. Das Ansehen der Körperoberfläche wird verschieden, je nachdem die Epidermis in die Vertiefungen zwischen den Papillen mit hinabsteigt oder dieselben ausfüllt. So ist z. B. an den Lippen, der Eichel, am Zahnfleische die Oberfläche, trotz der Tiefe der Furchen zwischen den Papillen, ganz glatt, an der Volarfläche der Finger entstehen die bekannten, schön gewundenen Furchen, weil zwischen den Reihen der Papillen die Epidermis einsinkt, und in der Zunge endlich folgt die letztere jeder einzelnen Papille

auf die krankhaften Veränderungen des Papillarkörpers der Conjunctiva, über dessen Existenz im gesunden Auge Niemand etwas Bestimmtes ausgesagt hat, großes Gewicht gelegt. (Vergl. Eble, Bindehaut. S. 27. Aegypt. Augenentzündung. S. 121). Es scheint mir ebenso unstatthaft, die sämmtlichen Papillen einen Warzenkörper zu nennen, als die Oberfläche der Cutis, von welcher Papillen ausgehen, mit diesem Namen zu bezeichnen.

[1] Wendt, Epiderm fig. 1.

und es giebt äußerlich so viele Fäden und Höcker, als die Mucosa der Zunge Papillen hat.

Eine den Papillen verwandte Art von Hervorragungen, die beim Menschen nur auf der Schleimhaut des Dünndarmes vorkommt, sind die Zotten. Sie gleichen am meisten den fadenförmigen Papillen der Zunge, insofern jede in eine besondere Scheide der Oberhaut aufgenommen wird, zeichnen sich aber vor den Papillen dadurch aus, daß sie statt der Gefäß- und Nervenschlinge ein Divertikel des Lymphgefäßnetzes der Darmschleimhaut führen, welches von zahlreichen Blutgefäßen umsponnen ist.

Es giebt Duplicaturen, vorspringende Falten, der äußeren Haut und der Schleimhäute, jene zum Schutz und um eine Ausdehnung der Haut zu gestatten (Präputium), diese zur Vermehrung einer einsaugenden oder empfindenden oder mit Absonderungsorganen versehenen Fläche im Innern von Höhlen und Canälen. Von dieser Art sind die Kerkring'schen Falten der Darmschleimhaut, die Columnae rugarum der Scheide, die feinen netzförmigen Fältchen der Gallenblase, die klappenförmigen Vorsprünge der Samenblasen u. a. Die Falten lassen sich auseinanderziehen und die innere Fläche wird glatt, wenn man die Muskelhaut und den äußeren festeren Theil der Nervenhaut, die die Canäle äußerlich überziehen, entfernt[1].

Zu demselben Zwecke, wie die genannten Duplicaturen, kommen auch Vertiefungen, Säckchen und Gruben auf Schleimhäuten vor. Oft ist die Unterscheidung rein willkürlich und man könnte z. B. von der Gallenblase eben so gut behaupten, daß sie mit Grübchen versehen sey, in welche wieder feinere Grübchen münden, als daß sie Falten habe, zwischen welchen schwächere Falten verlaufen[2].

Wo die Haut vielfachen Dehnungen ausgesetzt ist, wie z. B. am Handrücken und dem Rücken der Finger, bilden sich zahlreiche,

[1] S. E. H. Weber, De vesicularum seminalium structura, in Kretzschmar, Lineamenta physiologiae morborum. Lips. 1836.

[2] Bei Thieren giebt es Gruben oder Säckchen der äußeren und Schleimhaut, deren Wände mit Drüsen besetzt sind, z. B. die Drüsen im Vormagen der Vögel, der Moschusbeutel, die Klauendrüse der Wiederkäuer u. a. Es entsteht so eine Art zusammengesetzter Drüsen, wo von einer gemeinsamen Höhle die eigentlichen Drüsencanälchen ausgehen. Vgl. z. B. Müller, Gland. secern. Tab. II. fig. 1 a. Streng genommen ist aber die Höhle nicht als integrirender Theil der Drüse anzusehen.

oberflächliche und tiefere Falten, diese über den Gelenken, jene zwischen den Mündungen der Haarbälge, welche bei der Beugung ausgeglichen werden. Ebenso legt sich auf der Beugeseite der kleineren Gelenke und in der Hand- und Fußsohlenfläche die Haut in Falten, welche auch bei ausgestreckten Fingern und Zehen sichtbar bleiben. Diese Falten scheinen schon bei der ersten Entwickelung der Cutis sich zu bilden. An anderen Stellen, z. B. an der Stirne, werden sie durch die seltener wirkenden Muskeln erst in späteren Lebensjahren hervorgebracht und sind die unwillkommenen Zeugen eines gewissen Dienstalters der Lederhaut.

Von den Grübchen, welche den Mündungen der Drüsen entsprechen, war im vorigen Capitel die Rede. In Betreff der Schweißdrüsen will ich noch anführen, daß ihre Mündungen sich in den Furchen zwischen den Papillen befinden, wo sie namentlich an der Volarfläche der Finger leicht erkennbare Reihen bilden. Aus ihnen dringt bei turgescirender Haut der Schweiß in kleinen Tröpfchen hervor. Ihre Zahl ist unbeständig; sie beträgt z. B. nach Eichhorn[1] an der Volarfläche des Nagelgliedes des Zeigefingers zwischen 18—31 in einer Quadratlinie, im Mittel von 10 Zählungen 25; auf einer gleich großen Stelle der Hand, da wo die Haut sich zwischen die Finger herunterschlägt, 75. Die mittlere Zahl auf einer Quadratlinie anderer Körpertheile schätzt Eichhorn auf 50. Die Zahl der Windungen ihrer Ausführungsgänge richtet sich nach der Dicke der Cutis. Sie machen z. B. 20—25 am Ballen, 6—10 in der Handfläche und an den dünnsten Stellen der Haut kaum eine[2]. Ueber die Stellung der Haare verweise ich auf den betreffenden, über die den Haarbälgen angehörigen Drüsen auf den vorigen Abschnitt.

[1] Meck. Arch. 1826. S. 442.

[2] Wendt, in Müll. Arch. 1834. S. 286.

Erklärung der Abbildungen.

Wo es nicht besonders angegeben ist, sind die Figuren aus menschlichen Leichen und bei 410facher Vergrößerung gezeichnet. Ocular Nr. 2, Objectiv Nr. 4, 5, 6 der Schiek'schen Mikroskope.

Tafel I.

Fig. 1. Epitheliumzellen von dem Peritonealüberzuge der vorderen Bauchwand. a Zelle, b Kern, c Kernkörperchen.

Fig. 2. Epithelium aus der Karotis vom Kalbe. a eine mit dem scharfen Rande aufwärts gekehrte Zelle.

Fig. 3. Der freie Rand einer Klappe aus der Vena cruralis. a fibröse Haut, b Oberhaut, c Kern derselben.

Fig. 4. Epithelium der Plexus choroidei aus den Hirnventrikeln.

A. Zusammenhängende Zellen.

B, C. Isolirte Zellen. a Kern, b gefärbte Kügelchen, c stachelförmige Fortsätze.

Fig. 5. Epitheliumschüppchen aus der Mundhöhle.

Fig. 6. Epidermiszellen, mittelst Essigsäure durchsichtiger gemacht. a Kern.

Fig. 7. Epithelium der Conjunctiva vom Kalbe, gefaltet, so daß die freie Oberfläche den Rand bildet, und mit Essigsäure durchsichtig gemacht. a getheilter Kern, b freier Kern, c oberflächliche, platte Zellen.

Fig. 8. Epitheliumcylinder aus dem Darme des Kaninchens. a freie Oberfläche, b äußerer cylindrischer Theil, c Kern, d die der Schleimhaut zugekehrte Spitze.

Fig. 9. Cylinderepithelium aus dem Dickdarme des Meerschweinchens, von oben betrachtet. a Oeffnung einer Drüse.

Fig. 10. Flimmercylinder von der Nasenschleimhaut des Schafes A. B. isolirt, C zusammenhängend. a spitzes, scheinbar abgerissenes Ende, b Cilien.

Fig. 11. Durchschnitt des Nagels, longitudinal und senkrecht auf die Oberfläche. a a a Stellen, wo die Blätter mit stärkeren, unregelmäßigen Zacken in einander greifen. 220mal vergrößert. Oc. 1. Obj. 4. 5. 6.

Fig. 12. Körniges Pigment von der vorderen Fläche der Choroidea.

A Zusammenhängende Zellen von der Fläche gesehen. a halbbedeckter, b fast freier Kern.

B. Von der Seite betrachtete Pigmentzellen. a der vordere, körnerlose Theil.

C. Eine Zelle im Profil, mit vorragendem Kern a.

D. Pigmentkörnchen, 700mal vergrößert. Oc. 3. Obj. 4, 5, 6.

Fig. 13. Pigmentzellen aus der Lamina fusca der Sklerotika.

A. Zwei verschmolzene Zellen. a a Kerne.

B. In einen hellen Faden a verlängerte Zelle.

C. In verschiedene Fortsätze sternförmig verzweigte Zelle. a Kern.

Fig. 14. Der untere Theil eines Kopfhaares in seinem Balge. a Balg, b Haarkeim, c äußere Schicht der Wurzelscheide, d innere Schicht derselben, e unteres Ende des Zellenüberzuges, f durchscheinender Contour der Spitze des Haarkeimes, g Marksubstanz, h Rindensubstanz, i Grenzen zwischen den Zellen der äußeren Schicht der Wurzelscheide, k rundliche Kerne des Haarknopfes, l verlängerte Kerne desselben, m in noch längere Fasern ausgezogene Kerne, n Längsstreifen der Rinde, o breite Querstreifen des unteren Theiles, p schmalere Querstreifen des ausgebildeten Haares, q q Pigmenthäufchen im Markcanale, etwa 200mal vergrößert.

Fig. 15. Innere Schicht der Wurzelscheide eines Kopfhaares.

Fig. 16. Weißes Kopfhaar, mit Essigsäure behandelt. a Marksubstanz, b b Rindensubstanz des Haarknopfes, c c Querstreifen, d d verlängerte Zellenkerne der Rindensubstanz, e e querovale Zellenkerne der Marksubstanz, f f abgestreifte Fasern der Rinde, g eine Anastomose zwischen denselben; 200mal vergrößert.

Tafel II.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt der Cornea und Demours'schen Haut des Kalbes. aa Membrana Demoursii, bb theilweis resorbirte, in Körnchenreihen verwandelte Cytoblasten, cc verlängerte Zellenkerne.

Fig. 2. Zellen des Humor Morgagni vom Kaninchen. A zusammenhängend. B ein isolirter Kern. C Kern, welchem die Zelle an einer Seite aufsitzt.

Fig. 3. Linsenfasern aus dem Auge des Schafes. A zusammenhängend. B eine isolirte und gewundene Faser, um den scharfen Rand zu zeigen. C Fasern aus dem Kern, mit Salzsäure behandelt.

Fig. 4. Fasern der Zonula Zinnii. a eine Anschwellung, von welcher mehrere Fasern ausgehen.

Fig. 5. Bindegewebefasern aus einer Brücke der Arachnoidea.

Fig. 6. Bindegewebebündel aus der Sehne des Musc. palmaris longus eines Neugeborenen, mit Essigsäure behandelt, um die Kernfasern sichtbar zu machen. a reihenweis geordnete, etwas verlängerte Kerne, b eine Kernfaser, an welcher die verlängerten Kerne sich durch feinere Fortsätze miteinander verbunden haben, c Reihe von zum Theil im Winkel gebogenen Kernen, dd vollendete, das ganze Bündel umspinnende Spiralfaser.

Fig. 7. Ein Bindegewebebündel von der Basis des Gehirnes, mit Essigsäure behandelt, um die spiralförmige Kernfaser zu zeigen.

Fig. 8. Kernfasern aus dem Bindegewebe zwischen Conjunctiva und Sklerotika. Die Zellenfasern sind mittelst Essigsäure fast aufgelöst.

Fig. 9. Fasern von der inneren Lamelle der Sklerotika. aa lose Kerne, bb Pigmentzellen, cc gabelförmig getheilte Fasern.

Fig. 10. Elastische Fasern aus den gelben Bändern.

Fig. 11. Fasern aus der elastischen Haut der Aorta abdominalis des Schafes. aa Stellen, wo die Fasern wegen ihrer vielfachen Verbindung eine durchbrochene Membran darstellen.

Fig. 12. Fettzellen aus der Orbita. 220mal vergrößert. Oc. 1. Obj. 4, 5, 6.

A. Eine Zelle mit anscheinend dicker Wand.

B. Zelle mit zwei sternförmigen Figuren (Krystalldrusen von Stearin).

C. Zelle, in deren Wand der Kern a eine Hervorragung bildet.

D. Eine Zelle, an welcher die Membran vom Kern aus Falten zu bilden scheint.

E. Zelle, wo die sternförmige Figur aus Körnchen besteht.

Tafel III.

Fig. 1—6. Lieberkühn'sche Gefäßinjectionen, getrocknet. Vergrößerung 90mal. Oc. 1. Obj. 1, 2, 3.

Fig. 1. Capillargefäße der Lunge.

Fig. 2. Capillargefäße der Haut des Armes.

Fig. 3. Capillargefäße der Membrana Schneideriana.

Fig. 4. Capillargefäße eines Muskels, Längendurchschnitt.

Fig. 5. Capillargefäße der Beinhaut des Zahnes.

Fig. 6. Capillargefäße der Schleimhaut der Speiseröhre.

Fig. 7. Capillargefäße aus der Pia mater des Schafes. a Lumen eines Gefäßes mit alternirenden längsovalen Zellenkernen, bbb äußerlich vorragende Kerne, cc Wand und d Lumen eines stärkern Astes, ff querovale Kerne.

Fig. 8. Eine kleine Arterie, ebendaher. a Lumen, bb Wand, c Tunica adventitia, d Kerne des Epitheliums, ee querovale Kerne der Ringfaserschicht, f ein solcher aus der Tiefe durchscheinend, in dem auf dem Objectivglas liegenden Theile der Wand, gg scheinbare Durchschnitte querovaler Kerne; s. S. 493.

Fig. 9. Eine stärkere Arterie, ebendaher, mit Essigsäure behandelt. a Lumen des Gefäßes, von der Längsfaserhaut begrenzt, bb Ringfaserhaut, cc Tunica adventitia, dd längsovale Kerne der Längsfaserhaut, ee querovale Kerne der Ringfaserhaut, ff scheinbare Durchschnitte von solchen, gg längsovale Kerne der Tunica adventitia.

Fig. 10. Eine Arterie aus der Pia mater, deren Längsfaserhaut quer durchgerissen ist, mit Essigsäure behandelt. aa Längsfaserhaut, bb Ringfaserhaut, cccc Kernfasern der Längsfaserhaut, dd sehr verlängerte, zum Theil zu Fasern verbundene Kerne der Ringfaserhaut, eee scheinbare Durchschnitte dieser letzteren; 148mal vergrößert. Oc. 1. Obj. 3, 4, 5.

Fig. 11. Gestreifte Gefäßhaut aus der Art. cruralis, eingerollt. Oeffnung derselben, b eine solche auf dem Rande, wo sie als Ausschnitt erscheint, c in eine lange Spalte verlängerte Lücke, d der helle Rand, welcher die Dicke dieser Membran bezeichnet.

Fig. 12. Die nach theilweiser Resorption der gestreiften Gefäßhaut übrig bleibenden Fasernetze.

Fig. 13. Fasern aus der Längsfaserhaut einer Vene, nach Behandlung der inneren Haut mit Essigsäure.

Fig. 14. Stück aus der Ringfaserhaut der Art. cruralis. a eine Zellenfaser, deren Kern bis auf einige Körnchen resorbirt ist, b Zellenfaser, mit noch geringeren Spuren des Kernes, c Zellenfaser mit deutlichem Kern, d Zellenfaser, auf welcher eine Kernfaser sich verästelt, e Zellenfaser mit Spuren einer Kernfaser, fg Zellenfasern, über welche sich Kernfasern wie Firsten hinziehen, h eine abgelöste Kernfaser, k lange, vielfach verästelte Kernfaser, l hirtenstabförmig gebogene Kernfaser.

Fig. 15. Fasern, welche nach Behandlung der inneren Gefäßhaut mit Essigsäure übrig bleiben.

Tafel IV.

Fig. 1. Körperchen aus dem Blute.

A. Blutkörperchen im frischen Zustande. a von der Fläche, der Rand im Focus, b auf der Kante stehend.

B. Blutkörperchen, wo das Centrum im Focus ist und dunkel erscheint, während der Rand hell aussieht.

C. Durch Verdunstung eingeschrumpfte Blutkörperchen. a von der Fläche, b vom Rande.

D. In Wasser etwas aufgequollene Blutkörperchen. a das Centrum, b der Rand im Focus, cd von der Seite betrachtet, ee ebenso, zu Säulen aneinandergereiht, f dieselben, noch mehr aufgequollen, g eine Reihe, wovon eines sich abzulösen im Begriff ist.

E. Lymphkörperchen im Blute. a mit drei Kernen, b mit zwei zum Theil verschmolzenen Kernen, c—f mit einfachem Kern, d die Schale aus einzelnen, nicht scharf begrenzten Körnchen gebildet, f glatte Schale mit eingeschlossenen Körnchen, ce helle Schale,

g Lymphkörperchen mit unregelmäßigem und verkleinertem Kern, der vielleicht der Auflösung nahe ist.

F. Säulen von Blutkörperchen. a eins von der Fläche gesehen.

Fig. 2. Fasern aus der Muskelhaut des Magens und Darmes vom Schweine.

AA. Mit beginnender Theilung in Fibrillen und deutlichem Kern aa.

BB. Der Kern fast verschwunden.

C. Eine Anschwellung, wahrscheinlich an der Stelle des Kernes.

DD. Mit einer der Länge nach über die Zellenfaser laufenden Kernfaser bb, und noch einer zweiten c.

E. Ein paar Kügelchen d als Rest eines Cytoblasten.

Fig. 3. Muskelhaut des Schweinsmagens nach Behandlung mit Essigsäure, um die feinen Kernfasern zu zeigen.

Fig. 4. Gestreifte Muskelbündel.

A. Von gekochtem Ochsenfleisch. a Kern, b eine Primitivfaser, welche aus dunkeln, durch hellere, dünnere Stellen verbundenen Körnchen zu bestehen scheint, c Faser, die scheinbar aus perlschnurartig aneinander gereihten Kügelchen besteht, d fein gekräuselte Faser, e anscheinend hell und dunkel quergestreifte Faser, f zwei Primitivfasern, woran man sieht, wie die dunkeln Punkte der Grenze von je zwei Fasern entsprechen.

B. Primitivbündel aus dem Herzen des Schafes, mit Essigsäure behandelt. aa Körnchen der Marksubstanz.

C—E. Muskelbündel aus Kalbfleisch, durch Speichel macerirt.

C. Mit scheinbaren Pünktchen, an den Stellen, wo die Querstreifen beider Flächen einander schneiden.

D. Mit schwachen Längsstreifen und stellenweis deutlichen Querstreifen. aaa Zellenkerne.

E. Zickzackförmig eingeknickt, mit deutlichen Längsstreifen und hier und da angedeuteten Querstreifen.

F. Platt, zickzackförmig geknickt, mit kaum merklicher Querstreifung.

G. Ohne Längsstreifen, mit breiten und sehr markirten Querstreifen, so daß das Bündel wie aus queren Plättchen zusammengesetzt scheint.

Fig. 5. Nervenröhren.

A. Aus der Netzhaut des Frosches. Vergrößerung 220mal.

B—F. Aus den Ciliarnerven des Schafes. 24 Stunden nach em Tode. Vergrößerung 410mal.

G. Ebendaher, mit Essigsäure behandelt. a Rinde, b Axency- nder am oberen Ende durch Riß der Scheide getheilt und in ein- :lne Kügelchen c getrennt. 410mal vergrößert.

H. Aus dem N. ischiadicus des Frosches. a weite Scheide, b Kern derselben, c doppelter Contour des Markes, d d Kügelchen on gerinnendem Mark, e ein solches, mit dem doppelten Contour :s Markes zusammenhängend. 220mal vergrößert.

I. Ebendaher. a ausgetretenes Mark, b zusammengefallene Scheide.

K. Aus dem N. opticus des Schafes. Scheinbarer Axencylin- :r zwischen a und b durch Auseinanderziehen des Markes entstan- :n. 410mal vergrößert.

L. Aus dem N. trigeminus des Schafes, bei eben beginnender ierinnung.

M. Aus dem N. opticus desselben, um die Varikositäten zu igen. a die neben dem Marke, b die an der Stelle, wo das larf getrennt ist, sichtbare Hülle, c c in Kügelchen getrenntes lark. 410mal vergrößert.

Fig. 6. Gelatinöse Nervenfasern aus einem Nervus mollis vom albe.

A. In Fibrillen sich theilende Faser.

B. Umgebogene Faser, woran die platte Form erkennbar ist.

C. Zusammenliegende Fasern. a a a Kern, c eine Kernfaser (?), eine Fibrille.

Fig. 7. Ganglienkugeln.

A. Aus dem Ganglion Gasseri des Kalbes, mit einer kernhal- ;en Membran bedeckt. a Kern der äußeren Hülle, über den Rand rragend, b ein solcher, von der Fläche, c die eingeschlossene Zelle, Körnchen in derselben.

B. Ebendaher, nackt. b eingeschlossene Zelle, c deren Kern.

C. Aus dem Ganglion cervicale supremum des Kalbes. a Fort- ; (Commissur?), b eingeschlossene Zelle, c Kern derselben.

Tafel V.

Fig. 1. Jacob'sche Haut eines weißen Kaninchens, von der äuße- : Fläche.

Fig. 2. Dieselbe, von der Seite betrachtet. a Rand des Cytoblastemes, in welchem die Stäbchen liegen, b Stäbchen, c undeutliche Retina.

Fig. 3. Isolirte Stäbchen aus derselben. a mit einer, durch einen unsichtbaren Faden anhängenden Kugel, bbb durch Wasser eingerollt, c mit scheinbar aufsitzender Papille, d eingeknickt, mit einer Auftreibung an der Beugungsstelle, ee geschlängelt, f mit anhängendem, in eine feine Spitze endendem Faden.

Fig. 4. Kügelchen an der vorderen Fläche der Retina vom Kaninchen. A Kerne, B eine größere Zelle. a Kern, b Zelle.

Fig. 5. Graue Substanz von der Oberfläche der Hemisphäre eines ausgewachsenen Kaninchens, mit verdünnter Essigsäure behandelt. a eingeschlossenes Bläschen (Kern oder Zelle), b ein ähnliches mit zwei Kernkörperchen, c ein solches, vom Rande gesehen, d undeutlich durchschimmerndes Bläschen, e körnige Grundsubstanz.

Fig. 6. Knorpelhöhle aus einem Rippenknorpel.

Fig. 7. Zellen und faserige Grundlage aus der Epiglottis des Kalbes. Vergrößerung 220mal.

Fig. 8. Eine Zelle aus der Epiglottis. a Höhle, von welcher die Porencanälchen ausgehen, b Kern (?).

Fig. 9. Aus einem feingeschliffenen Querdurchschnitte eines Schenkelknochens. a Lumen des Markcanales, b die durchscheinende Oeffnung desselben von der unteren Fläche, ccc Knochenkörperchen. 220mal vergrößert.

Fig. 10. Aus einem feingeschliffenen Längsdurchschnitte desselben Knochens. A B leere Knochenkörperchen, C zwei Knochenkörperchen, deren Canälchen ineinander übergegangen sind, D sehr verlängertes Knochencanälchen.

Fig. 11. Längsdurchschnitt des Zahnknorpels. aaa Zellenfasern, bb hohle Kernfasern (Zahnröhrchen).

Fig. 12. Querschnitt des Zahnknorpels.

Fig. 13. Scharfer, noch vom Peritoneum überzogener Rand vom Pankreas des Kaninchens. a Peritoneum, bb Kerne desselben, cc blinde Enden der Drüsencanälchen, d undeutlich sichtbare, tiefere Enden. 148mal vergrößert.

Fig. 14. Primäres Läppchen aus der Thränendrüse vom Kalbe. A Gipfelbläschen, BB schwache Einbiegungen zwischen je zwei mit

em größten Theile ihrer Wand verschmolzenen Bläschen, C eine noch schwächere Einbiegung, D ein geschlossenes Drüsenbläschen. 48mal vergrößert.

Fig. 15. Zellen aus der Leber des Kaninchens. 220mal vergrößert.

Fig. 16. Magensaftdrüse vom Kaninchen. a einzelne, kernhaltige Zelle in der Tiefe, b zwei in eins verschmolzene Zellen, c mit Körnchen gefüllte Höhle. 220mal vergrößert.

Fig. 17. Eine andere Magensaftdrüse aus demselben Magen mit einfacher Haut, in Essigsäure durchsichtig gemacht. a blinder Grund, b aufliegender Zellenkern, c Lumen der Drüse. Dieselbe Vergrößerung.

Fig. 18. Aus der Marksubstanz der Niere einer Katze.

A, B Harncanälchen, C Capillargefäß.

aa Freie Kerne, bb Kerne mit engen Zellen, c eine weite Zelle.

Fig. 19. Dickdarmdrüse der Katze. aa von Wasser erfüllter Raum zwischen der Tunica propria und dem zähen Inhalt, bb lose Kerne, d eine Zelle mit getheiltem Kern, ee große Zellen, in deren Wand ein Kern liegt.

Fig. 20. Elemente, welche in anderen Dickdarmdrüsen desselben Thieres enthalten waren. A Kerne, B längliche Körperchen, vielleicht unreife Epitheliumcylinder, C Epitheliumcylinder mit aufliegenden Elementarkörnchen.

Fig. 21. Aus dem Colostrum.

A — D Colostrumkörperchen.

E Milchkügelchen.

F Dieselben, bei beginnender Säurebildung in der Milch.

Fig. 22. Schleimkörperchen aus der Mundhöhle.

A Frisch, B nach Behandlung mit Essigsäure mit deutlichem Kern, C mit sich theilendem Kern, D der Kern in 2 — 3 Elementarkörnchen gespalten, E die Schale aufgelöst.

Fig. 23. Ei des Schweines. a Chorion, b Riß desselben, c Zellen des Discus proligerus oder der Membrana granulosa, ddd Dotterkörnchen, e Keimbläschen, f Keimfleck, 220mal vergrößert.

Fig. 24. Samenfaden.

A Bei 410facher Vergrößerung.

B 700mal vergrößert. a Körper, b Schwanz, c heller Fleck im Körper.

Fig. 25. Intermediäre Haut aus der Mucosa des Mastdarms vom Meerschweinchen, wovon das Epithelium entfernt ist. a dunkle Körperchen, b ein verlängerter Zellenkern, c Höhle, worin eine blinddarmförmige Drüse steckte.

Fig. 26. Zotte einer Katze, mit Essigsäure behandelt, das Epithelium entfernt. aa Kerne der intermediären Haut, bb dieselben, von der unteren Fläche durchscheinend, cc Elementarkörnchen, dd längsovale Zellenkerne, dem centralen Lymphgefäß angehörig, e andere längsovale Zellenkerne, die entweder einem Capillargefäß oder einem seitlich verlaufenden Lymphgefäß angehören.

Nachträge.

Zu Seite 115.

Das Augustheft 1841 der *Ann. de chimie et de physique* enthält
ie ausführlicheren Mittheilungen von Frémy über die Zusammen-
tzung des Gehirnes. Außer der Cerebrinsäure wird daselbst noch
ine neue Fettsäure, *Acide oléophosphorique*, beschrieben, welche
benfalls gewöhnlich im verseiften Zustande, als Natronsalz, im
Gehirne enthalten ist.

Die Cerebrinsäure wird dargestellt, indem man den Rück-
tand des Aetherextractes aus dem Gehirne abermals mit vielem
Aether digerirt. Es fällt eine weiße Substanz nieder, welche man
urch Decantiren trennt. An der Luft verwandelt sie sich in eine
vachsartige Masse. Sie besteht aus Cerebrinsäure mit phosphor-
aurem Kalk oder Natron, Oleophosphorsäure mit Kalk oder Natron
und Eiweiß. Man behandelt das Präcipitat mit heißem, durch
Schwefelsäure schwach sauer gemachten Weingeist. So bilden sich
chwefelsaurer Kalk und schwefelsaures Natron, die man nebst dem
Eiweiß durch Filtration trennt, die Fettsäuren bleiben aufgelöst und
allen beim Erkalten nieder. Kalter Aether löst die Oleophosphor-
äure auf und läßt die Cerebrinsäure zurück. Durch öfteres Kochen
n Aether und Umkrystallisiren wird die letztere rein erhalten.

Die reine Cerebrinsäure ist weiß, erscheint in kleinen krystalli-
nischen Körnern, löst sich vollkommen in heißem Alkohol, fast gar
nicht in kaltem Aether, leichter in kochendem. In heißem Wasser
chwillt sie auf, wie Stärke, ohne sich zu lösen. Sie schmilzt bei
hoher Temperatur. Beim Verbrennen verbreitet sie einen charakte-
ristischen Geruch und hinterläßt eine Kohle, welche schwer brennt

und merklich sauer ist. Von Schwefelsäure wird die Cerebrinsäure geschwärzt, von Salpetersäure nur langsam zersetzt.

Die Cerebrinsäure enthält Stickstoff und Phosphor und besteht in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff	66,7
Wasserstoff	10,6
Stickstoff	2,3
Phosphor	0,9
Sauerstoff	19,5

Die Cerebrinsäure geht mit allen Basen Verbindungen ein. Indem man ihre alkoholische Lösung mit Kali, Natron oder Ammoniak zusammenbringt, entsteht ein in Alkohol unlöslicher Niederschlag. Mit Kalk, Baryt und Strontian verbindet sie sich direct. Das Barytsalz enthält auf 100 Theile Baryt 7,8 Säure.

Die Oleophosphorsäure, auf die oben angegebene Weise dargestellt, ist häufig noch mit Natron verbunden. Man trennt dies durch eine Säure und digerirt die Masse mit heißem Alkohol, der beim Erkalten die Oleophosphorsäure fallen läßt. Beigemischtes Olein entfernt man durch wasserfreien Alkohol, die Cholestearine durch Alkohol und Aether, worin sie sich leichter löst als Oleophosphorsäure. Indeß behält diese Säure immer einige Spuren von Cholestearin und Cerebrinsäure zurück.

In möglichst reinem Zustande ist die Oleophosphorsäure gelb, wie Olein, zäh, unlöslich in Wasser und kaltem Alkohol, leicht löslich in heißem Alkohol und Aether. In siedendem Wasser bläht sie sich etwas auf. In Berührung mit Kali, Natron und Ammoniak liefert sie seifenartige Verbindungen, die in jeder Beziehung dem Aetherextracte des Gehirnes gleichen. Sie verbrennt an der Luft und hinterläßt eine stark saure Kohle, in welcher man die Gegenwart der Phosphorsäure erkennt. Die Oleophosphorsäure hat die Eigenschaft, sich nach langem Kochen in Wasser oder Alkohol in ein flüssiges Oel zu verwandeln, welches reines Olein ist. Die Flüssigkeit reagirt alsdann stark sauer durch freie Phosphorsäure. Diese Zersetzung geht sehr schnell vor sich, wenn das angewandte Wasser oder der Weingeist schwach sauer sind. Sie erfolgt auch in gewöhnlicher Temperatur, aber langsam. Uebrigens ist die Oleophosphorsäure kein Gemisch von Olein und Phosphorsäure, da sie sich in kaltem absolutem Weingeiste durchaus nicht löst. Zu den Einflüssen, welche die Zersetzung der Oleophosphorsäure bedingen,

gehört auch die Fäulniß. Ein frisches Gehirn enthält Oleophosphorsäure, einige Zeit sich selbst überlassen liefert es Olein und freie Phosphorsäure. Durch rauchende Salpetersäure wird die Oleophosphorsäure zersetzt; es entsteht phosphorige Säure, die aufgelöst bleibt, und eine fette Säure, die auf der Flüssigkeit schwimmt. Die Menge des Phosphors, durch dieses Verfahren bestimmt, beträgt 1,9 bis 2 Procent. Alkalien setzen die Oleophosphorsäure um in phosphorsaure, ölsaure Salze und Glycerin.

Obgleich sich die Oleophosphorsäure nicht durch Einwirkung von Phosphorsäure auf Olein bilden läßt, so hält es Frémy doch für wahrscheinlich, daß sie durch eine Combination von Phosphorsäure und Olein entstehe und eine der Oleinschwefelsäure analoge Verbindung sey. Die Cerebrinsäure schließt sich durch ihre Löslichkeit in Alkohol und Aether allerdings an die fetten Säuren an, unterscheidet sich aber wesentlich von ihnen durch ihren hohen Schmelzpunkt und die Art von Hydrat, welches sie mit Wasser darstellt. Wenn sie ein einfacher näherer Bestandtheil ist, was man immer noch bezweifeln darf, so würde sie schon ihres Stickstoffgehaltes wegen von den Fetten zu entfernen seyn.

Zu Seite 252.

Kölliker (Beitr. S. 33. Taf. I. Fig. 12. 1) hat in Betreff der Entwickelung der Wimperzellen im Oviductus von Planorbis corneus folgende Beobachtung mitgetheilt: An zwei losgerissenen Zellen des Flimmerepitheliums beobachtete er einen cylindrischen, nach oben ein wenig sich verschmälernden und stumpf endenden Fortsatz von 0,006''' Länge und 0,0015''' Breite, welcher in beständiger Bewegung begriffen war, indem er immerfort sich bog und streckte. Er schien ein unmittelbarer Auswuchs der Zelle zu seyn, worauf er saß. Unter den übrigen Zellen des Flimmerepitheliums war eine große Zahl, wo die Cilien büschelweise von einem kurzen Auswuchse der Zelle ausgingen. So scheint es, als ob der anfangs einfache Auswuchs von oben nach unten sich in ein Büschel von Cilien zerfasere.

Zu Seite 266.

Valentin führt in den Funct. nerv. in einer Note zu p. 141, die ich früher übersehen habe, noch eine Beobachtung über die Längsstreifen der Flimmercylinder an. Sie gehen paarweis

von einer Anschwellung (bulbillus) aus, mittelst welcher jedes Härchen auf dem oberen freien Rande des Cylinders aufsitzt. Valentin hält es deshalb für um so wahrscheinlicher, daß sie die Grenzen von bewegenden Muskeln der Cilien seyen.

Zu Seite 310.

Müller's Archiv. 1841. Heft 4 enthält S. 361 einen Aufsatz von G. Simon über die Entwickelung der Haare. Die Haarsäckchen erschienen zuerst als helle oder dunkle Körperchen von 0,0065—0,0089″ Länge, an der breitesten Stelle 0,0035—0,0040″ breit, bei Schweinsembryonen von 2″ Länge. Ihre Wände bestehen aus kleinen, dicht zusammenliegenden Körnern, wahrscheinlich den Kernen von Elementarzellen, in den schwarzen befinden sich dazwischen sternförmige Pigmentzellen. Wenn die Bildung des Haares begann, so zeigte sich in den Säckchen eine dichte Masse von Pigmentzellen, denen des Rete Malpighii ähnlich, von der Form der Wurzel des Haares; diese läuft in eine feine marklose Spitze aus und es scheint demnach, daß das zuerst gebildete Haar schon alle Theile des ganzen Haares besitze, nur daß der Schaft verhältnißmäßig sehr klein ist. In Haarbälgen ohne Pigmentüberzug, in welchen sich immer weiße Haare bilden, sah Simon nur die Haarspitze und keine Wurzel. Die Spitze schien sich nach unten in feine Fasern auszubreiten. Wahrscheinlich bestand aber auch hier die Wurzel und war nur, wegen des Mangels des schwarzen Pigmentes, schwerer zu erkennen. Vor dem Austreten krümmen sich die Haare in Schlingen, so daß die Spitze gegen die Wurzel hingekehrt ist, oder spiralförmig; dadurch scheint bewiesen, was Simon nicht ausdrücklich erwähnt, daß die Haarbälge anfangs geschlossen sind. Die Wurzelscheide entsteht gleichzeitig mit dem Haare.

Zu Seite 343.

Flourens *(Ann. des sc. nat. XIII. 102)* beobachtete, daß nach Fütterung mit Krapp der Knochenring im Auge der Vögel sich röthet, und spricht die sehr plausible Vermuthung aus, daß dieser Ring es sey, den Duhamel als *Capsule vitrée* bezeichnet habe.

Zu Seite 393.

Die sternförmigen Figuren in den Fettzellen hat Vogel ebenfalls wahrgenommen (Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops.

5. 289. Taf. III. Fig. 2) und erklärt sie für Gruppen von Mar- arinkrystallen, deren Form sehr charakteristisch sey und außer der Margarinsäure keinem Stoffe zukomme.

Zu Seite 462.

Ueber die Formen der Blutkörperchen in den Wirbelthieren: Mayer, Fror. N. Not. Nr. 190 (findet unter den Blutkörperchen es Dromedars runde und ovale). *Gulliver*, *Ann. of nat. hist.* *839. Decbr.* (die Blutkörperchen des Lama und Paka elliptisch. Die kleinsten besitzt das Moschusthier, von 0,0008—0,0012‴). Owen, *Lond. med. gaz. 1839. Nov.* (Blutkörperchen des Ele- hanten, Rhinoceros, Gürtelthieres, der Giraffe und des Drome- ars, die des letzteren elliptisch 0,0031‴ auf 0,0021‴). *Mandl*, *nn. des sc. nat. 2e sér. XII, 189* (Krokodil, Proteus).

Die Blutkörperchen der Tardigraden beschreibt Doyère, *Ann. es sc. nat. 2e sér. XIV, 310.* Sie sind farblos bei Mil- esia und Macrobiotus, farbig bei Emydium, theils zusammen- esetzt, körnig, theils einfach. Die körnigen oval oder polyedrisch, ,068‴ im Durchmesser, die einfachen von 0,0016—0,0020‴ und arunter.

Zu Seite 484.

Erdl (Müller's Arch. 1841. S. 421) spricht sich für die xistenz der Arteriae helicinae aus. Valentin (Repert. 1841. 5. 131) hält die von Hyrtl im Kamme der Vögel beschriebenen rteriae helicinae für Schlingen, deren Schenkel sich deckten.

Zu Seite 623.

Nach den oben angeführten Resultaten der Untersuchungen rémy's sind die Fettsäuren des Gehirnes dennoch durch Gehalt n Phosphor und die eine auch durch Stickstoffgehalt ausgezeichnet. Die Oleinsäure ist ein Zersetzungsproduct der Oleophosphorsäure. ouerbe's Cerebrot ist Cerebrinsäure mit einem Antheil Eiweiß, elches den Schwefel liefert. Schließlich führt Frémy als Be- andtheile des Gehirnes auf: 1. Cerebrinsäure, frei oder an Natron der phosphorsauren Kalk gebunden. 2. Oleophosphorsäure frei nd in Verbindung mit Natron. 3. Olein und Margarin. 4. Oel- iure und Margarinsäure in kleinen Mengen. 5. Cholestearin. . Eine eiweißartige Materie und 7. Wasser.

Zu Seite 662.

Valentin (Repert. 1841. S. 140) versichert, daß auch bei den Reptilien und in der menschlichen Netzhaut neben den Stäbchen Zwillingzapfen existiren.

Zu Seite 685.

Mit Budge's Angaben, daß die Nerven der Streckmuskeln im Rückenmarke des Frosches weiter nach hinten liegen, als die Nerven der Beugemuskeln, stimmen Experimente von Engelhardt, Müll. Arch. 1841. S. 206.

Zu Seite 960.

Zufolge mündlicher Mittheilung hat Kölliker nunmehr bei den Samenfaden des Menschen die Entwickelung ganz in gleicher Weise gesehen, wie beim Meerschweinchen. Die körnigen Zellen (Tochterzellen), in welchen die einzelnen Samenfaden sich bilden, messen 0,0025—0,0035'''. Im Hoden wiegen die körnigen Zellen, im Vas deferens die aufgerollten und gestreckten Samenfaden vor; im Gefäße des Nebenhoden sind die verschiedenen Entwickelungsstufen am besten nebeneinander zu erkennen.

Register.

A.

B.

C.

D.

E.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.



P.

R.



T.

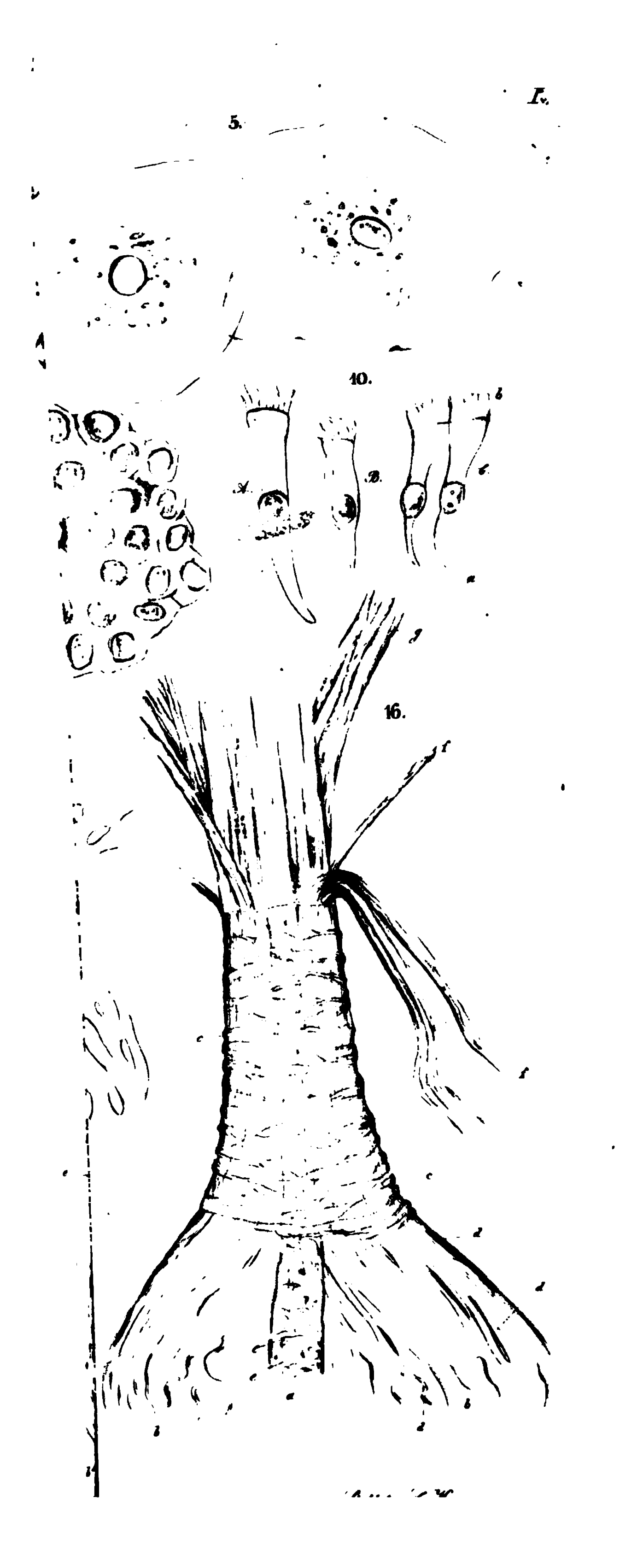
U.

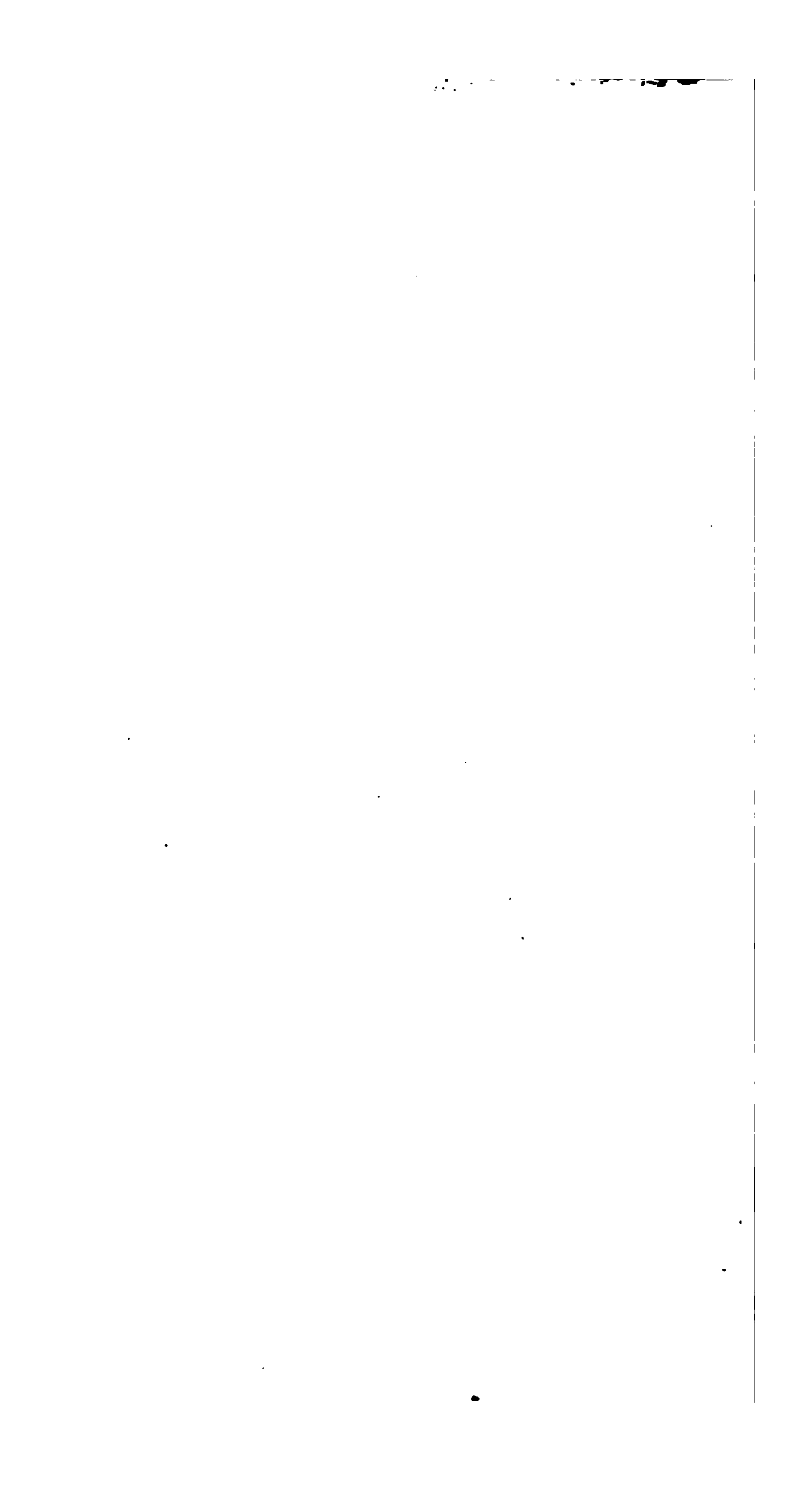
V.

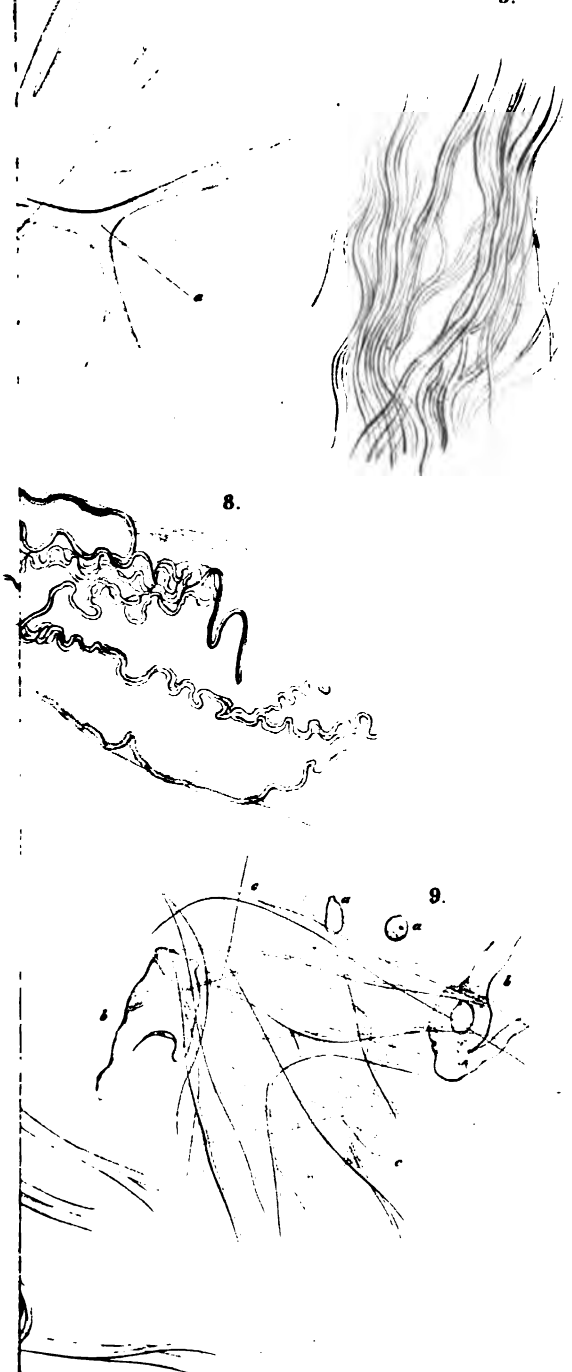
W.

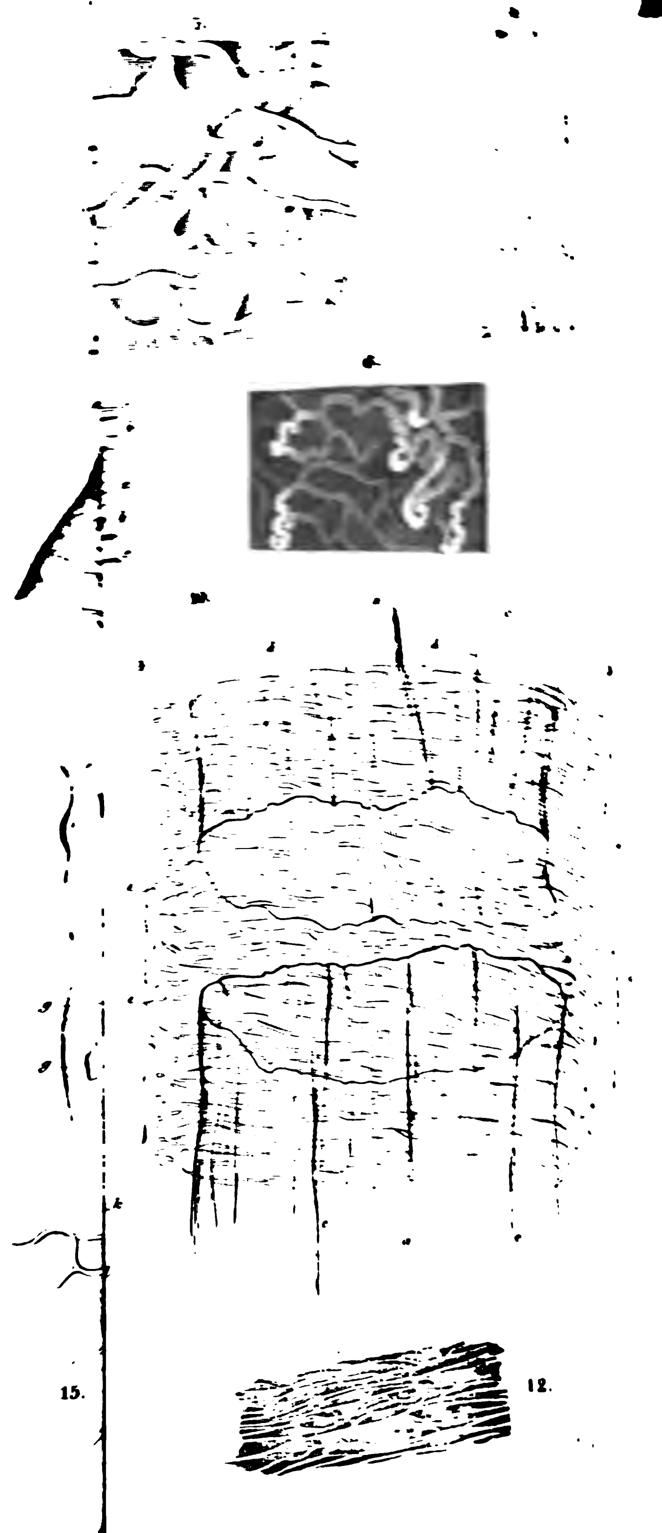
Z.

S. 880 Z. 8 v. o. statt „in der" l. „um die".
= 885 = 11 v. o. statt „schrieb[1]" l. „schrieb[2]".
= 893 = 5 v. o. statt „Ausfüllungs-" l. „Umhüllungs-".
= 894 Nota 1 statt „Betrachtungen" l. „Beobachtungen".
= 894 = 2 statt „Böhme" l. „Böhm".
= 896 Z. 22 v. o. statt „und der" l. „und dem".
= 897 Nota 2 Z. 7 u. 8 l. „kleiner als Blutkörperchen, Pappenheim (Verdauung. S. 16.) Körperchen".
= 910 u. 911 im Columnentitel statt „Traubenblindbarmförmige" l. „Traubigblindbarmförmige".
= 923 Nota Z. 10 v. u. statt „Kerns" l. „Korns".
= 928 Z. 17 v. o. statt „mischt[1]" l. „mischt[2]".
= 930 Nota 4 Z. 8. statt „werdende" l. „endende".
= 934 Z. 15 v. o. statt „noch immer" l. „nach innen".
= 945 letzte Z. statt „aber" l. „also".
= 949 Z. 13 v. o. statt „Embryonen" l. „Entozoen".
= 950 Z. 10 v. o. statt 0,0018 l. 0,018.
= 950 Nota 1 letzte Z. statt 0,22 l. 0,022.
= 971 Z. 4 v. o. statt „gewisse" l. „weiße".
= 1001 Nota 1 Z. 7 statt 715" l. 0,15".
= 1003 Nota 1 Z. 1 statt „Blutgefäßen" l. „Blutgefäßdrüsen".
= 1007 Z. 9 v. o. statt „Bronchialvenen" l. „Branchialvenen".

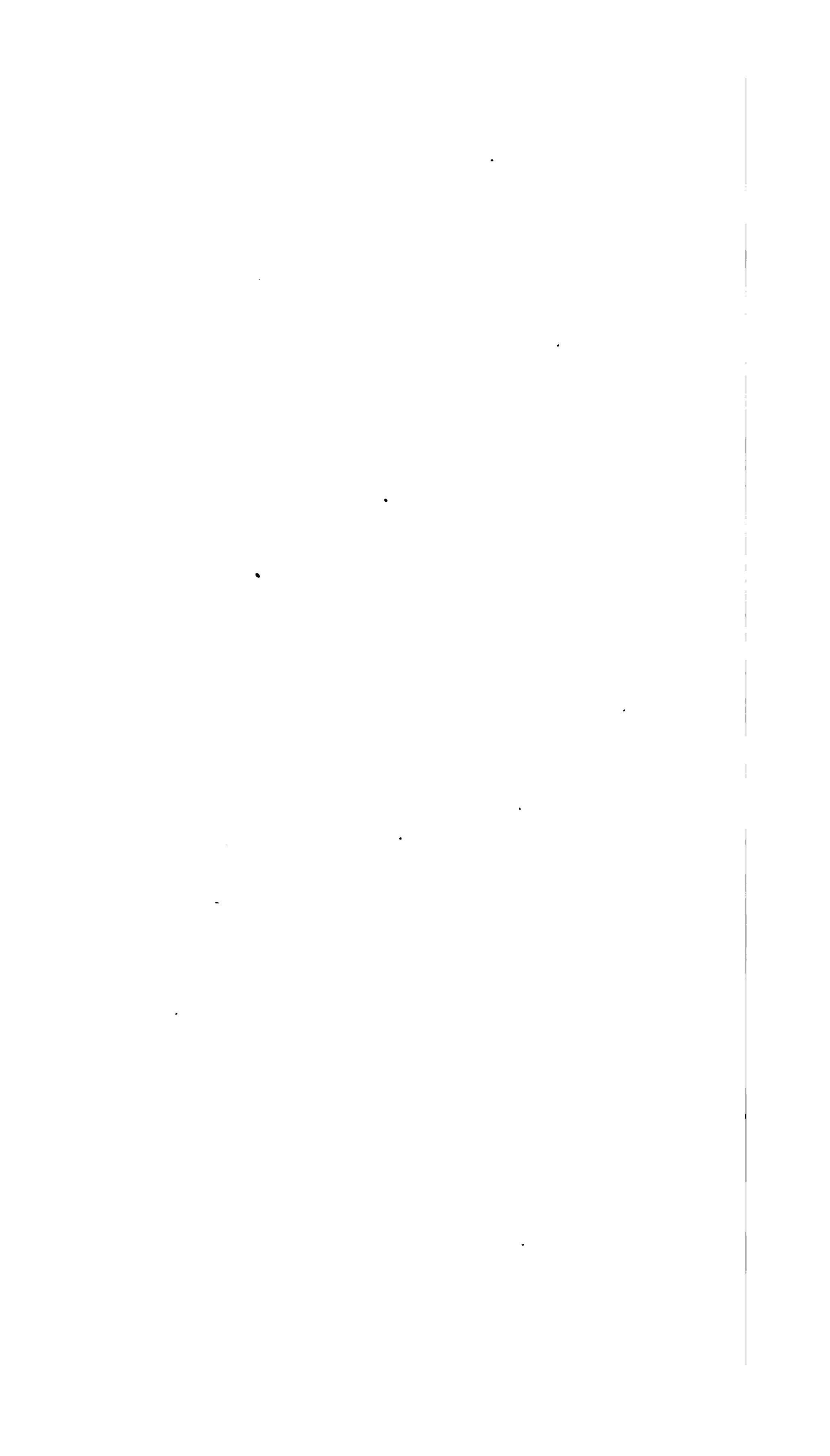


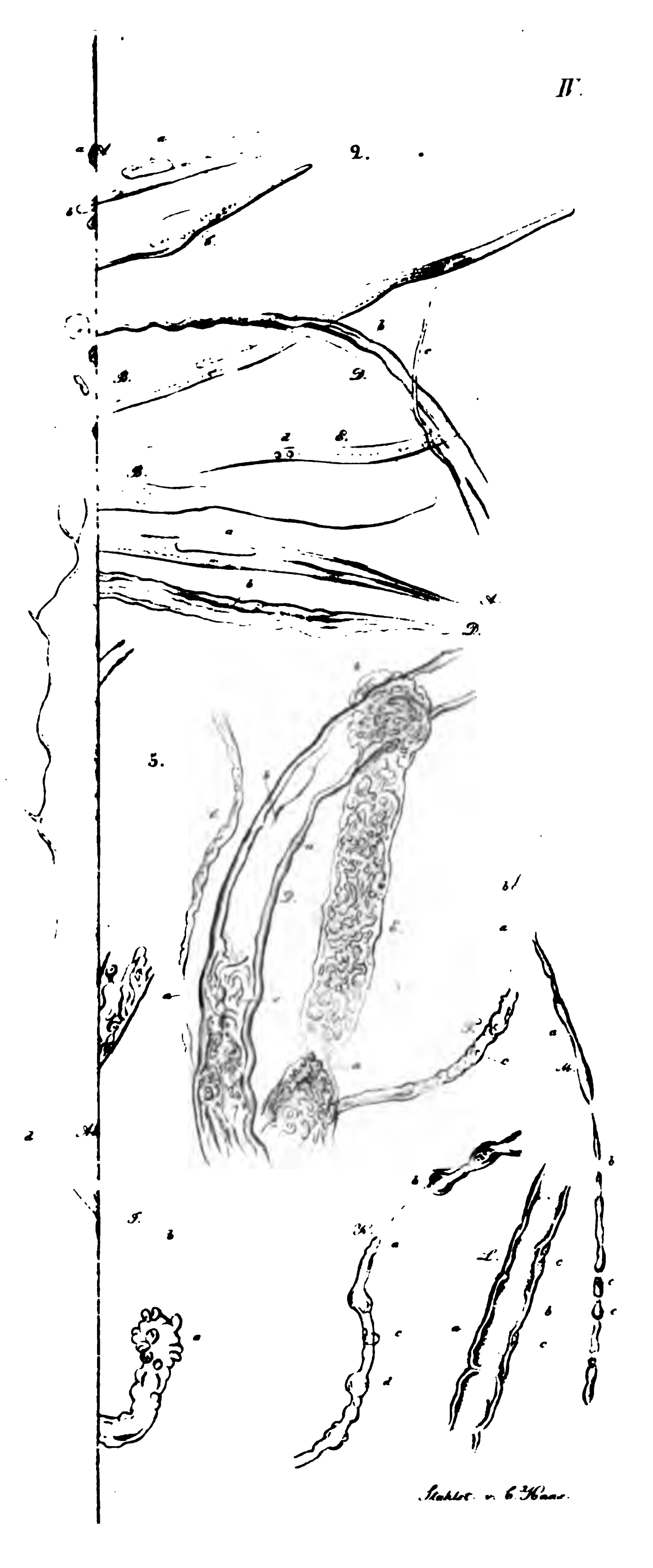


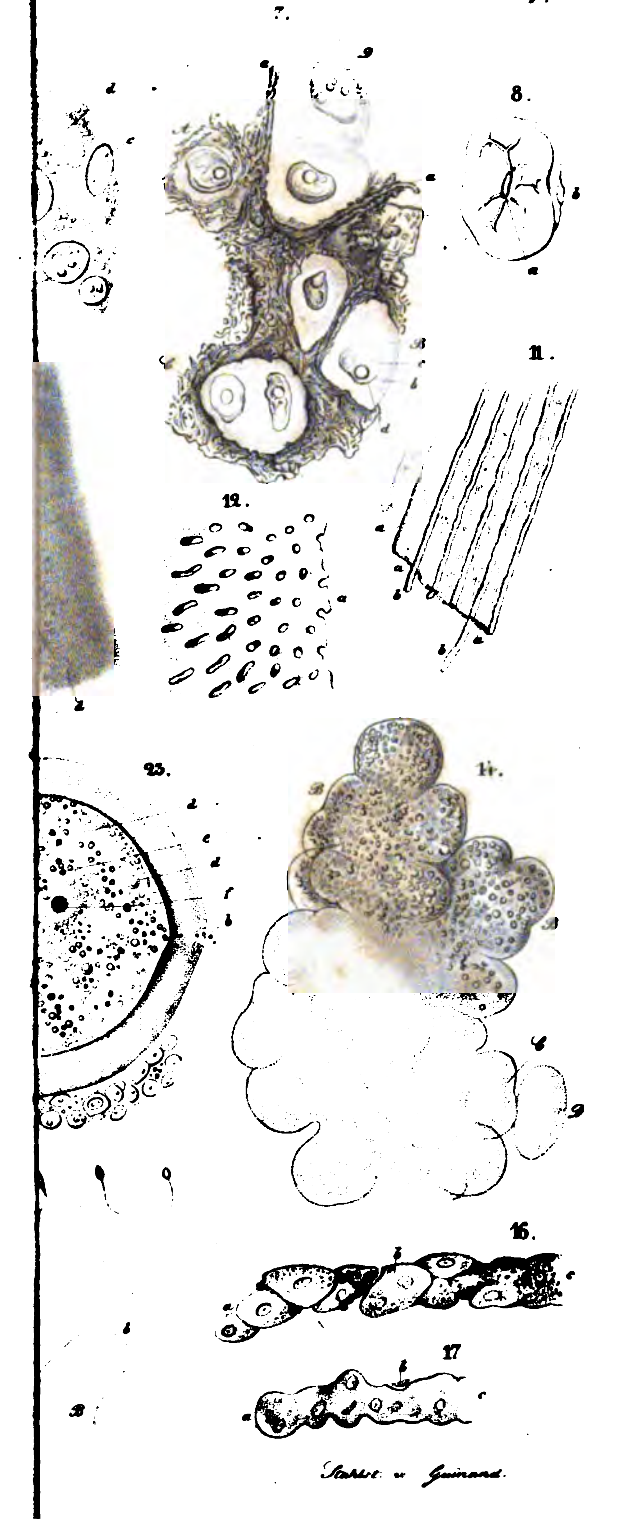

4.
II.
5.
8.
9.
Stahlst. v. E. Weber.



15.
12.




IV.
2.
5.
Stahlst. v. C. Haas.


V.
7.
8.
11.
12.
14.
16.
17
Stahlst. u. Guinand.

